
BHS
II J
79


Google



CHEMISCHE ABHANDLUNG

ÜBER DAS

CHROM.

VON

HERMANN MOSER,
DOCTOR DER CHEMIE.



WIEN, 1824.
BEY CARL GEROLD.



SEINER

KAISERLICHEN HOHEIT

DEM

DURCHLAUCHTIGSTEN ERZHERZOG

JOHANN,

RITTER DES GOLDENEN VLIESSES, GROSSKREUZ DES MILITÄR- MARIEN- THERESIEN-, DES ÖSTERREICHISCH-KAISERLICHEN LEOPOLD-ORDENS

etc. etc.

Durchlauchtigster Erzherzog!

Gnädigster Herr Herr!

In banger Verehrung wage ich es die Erstlinge meiner chemischen Laufbahn Eurer kaiserlichen Hoheit zu widmen, allein die bekannte Liebe Höchstderselben für die Beförderung der Wissenschaften, und der rastlose Eifer womit Eure kaiserliche Hoheit besonders das naturhistorische Studium mächtig unterstützen, flössten mir Muth ein, meine chemische Abhandlung über das Chrom nicht allein dem erhabnen Fürsten, sondern auch dem Entdecker dieses Metalls im österreichischen Kaiserstaate zu weihen.

Mögen Eure kaiserliche Hoheit gegen einen Anfänger im chemischen Fache nachsichtsvoll seyn, und diese wenigen Worte mehr für den kleinsten Theil des grossen Dankes nehmen, den die Wissenschaft sowohl als die inländische Manufactur für diese Gabe im Gebiethe der Chemie Eurer kaiserlichen Hoheit darbringen.

In tiefster Verehrung

der Verfasser.

Vorrede.

Ohne Zweifel behauptet der Gegenstand dieser Abhandlung einen der interessantesten Plätze im Gebiethe der metallischen Chemie, da man im Verlaufe derselben ersehen wird, wie vielfältige Verbindungen dieses Metall mit andern Körpern darstellt.

Obwohl Vauquelin, Richter, Graf Mussin Puschkin, John und andere verdienstvolle Chemiker in früheren Zeiten schöne Erfahrungen von diesem Metalle mittheilten, so sind wir nicht im Stande mit Gewissheit über die Oxydations-Stufen desselben zu urtheilen, und ich bin hierin dem Ausspruche der meisten Chemiker, so wie der meinen Versuchen zu Folge wahrscheinlichsten Ansicht gefolgt.

Niemand wird zweifeln, dass ein Menschenleben zu kurz ist, die Erfahrungen eines einzelnen Gegenstandes im Gebiethe der Chemie zu erschöpfen; auch ich werde meine Versuche mit Chrom nicht schliessen, sondern die sich vielleicht er-

gebenden neuen Resultate gewiss bekannt machen, und das noch Dunkle dieses Gegenstandes so viel als möglich zu beleuchten trachten. Man wird indessen, nebst einer kurzen geschichtlichen Darstellung, dem natürlichen Vorkommen, den bis jetzt bekannten Verbindungen und der kurz gefassten Anwendung dieses Metalles, alle bis jetzt erschienenen Abhandlungen zwar nicht in einem Litteratur-Verzeichniss, aber überall gehörigen Orts, und wo möglich in Kürze ausgezogen oder unter Klammern citirt finden.

Ich habe mich so viel als möglich von den angeführten Verbindungen durch eigene Versuche überzeugt, und nur dann citirt, wo diese nicht Statt finden konnten, oder ich nicht dieselben Resultate erhielt. Uebrigens bin ich jederzeit bereit, den Verehrern der Wissenschaft meine Präparate über Chrom zur gefälligen Einsicht, so wie dem Techniker zum Fabriks-Bedarf in der Apotheke meines Vaters (Wieden Nr. 9) zu überlassen.

Wien, im Juny 1824.

Der Verfasser.

Geschichte.

Der erste Chemiker, welcher von dem rothen sibirischen Bleyerz, in welchem (jedoch später) zuerst das Chrom entdeckt wurde, Erwähnung machte, war Lehmann im Jahre 1766. Er nahm solches rothes Bleyerz in Untersuchung, und theilte die Resultate der Analyse in einer chemischen Abhandlung, welche in demselben Jahre zu Petersburg aufgelegt wurde, mit.

Später beobachtete Pallas dasselbe Fossil am Fundorte selbst, uud gab darüber eine Beschreibung. (Histoire des decouvertes faites par divers voyageurs savans.)

Patrins Reise nach Sibiren hat uns mit diesem Gegenstande noch näher bekannt gemacht, wozu er hauptsächlich während seines Aufenthaltes in Russland Gelegenheit fand. (Essai de Mineralogie par Macquart.)

Lehmann und andere Chemiker hielten dieses rothe Bleyerz für eine Verbindung von Bley, Arsenik und Schwefel, zu welcher Muthmassung sie wahrscheinlich seine rothe Farbe verleitet haben mag.

Im Jahre 1789 machten Macquart und Vauquelin zu Paris Versuche mit dem rothen sibirischen Bleyerze, welchen zu Folge sie fanden, dass dieses Fossil aus einer Verbindung von Bley, Eisen und Alaunerde, nebst einer Menge von $37\frac{5}{6}$ Sauerstoff im Hundert, bestehe. (Essai de Mineralogie etc. 1789 pag. 258. Uebersetzt von Fibig Fkt. 1790. Annales de Chimie T. I. p. 300).

Später wollte Bindheim, ein deutscher Chemiker, Bley, Kupfer, Nickel, Kobalt und Molybdänsäure darin gefunden haben.

Endlich stellte Vauquelin im Jahre 1797 entscheidende Versuche mit dem sibirischen Bleyerze an, und fand, dass dasselbe aus einer eigenthümlichen metallischen Substanz, welche als Säure in Verbindung mit Bleyoxyd zugegen sey, bestehe. Da der Entdecker glaubte die vorhandene Säure sey Molybdaensäure, indem diese mit der Chromsäure einige Aehnlichkeiten zeigte, so stellte er in seiner ersten Abhandlung vergleichende Versuche zwischen diesen beyden Säuren an, und fand gerade dadurch ihre Eigenthümlichkeit. (Annales de Chimie 1798. T. XXV. p. 21. Memoire sur une nouvelle substance metallique contenue dans le plomb rouge de Siberie, et qu'on propose d'appeller Chrome a cause de la propriété, qu'il a de colorer les combinaisons ou il entre. Par le cit. Vauquelin et pag. 194. second memoire. Diese beyden Abhandlungen finden sich übersetzt in v. Crells chemischen Annalen 1798. Bd. I.

p. 183 et 276. Ferner beyde zusammengezogen und frey übersetzt in Trommsdorffs Journ. der Pharmac. Bd. VII. Stück 2. p. 229 und Bd. VI. St. 2. p. 283 als Anzeige.)

Zu derselben Zeit beschäftigte sich auch Klaproth mit der Untersuchung des sibirischen Bleyerzes, vermuthete auch eine neue metallische Substanz in demselben, allein Vauquelin machte das Resultat seiner Versuche früher bekannt, ehe Klaproth die seinigen vollendet hatte.

Später fand Vauquelin dieses Metall als färbenden Stoff im Rubin-Spinell und dem peruanischen Smaragd. Die Vermuthung, dass auch der Beryll dem Chrom seine Farbe verdanke, brachte ihn auf die Entdeckung der damahls unbekannten Beryllerde.

In der ersten Decade des neunzehnten Jahrhunderts fand man in sehr verschiedenen Gegenden, nahmentlich in Frankreich, Chrom in Verbindung mit Eisen, allein der hohe Preiss dieses Fossils für das Inland machte die Anwendung desselben in der Technik unmöglich, bis endlich durch die naturwissenschaftlichen Forschungen Sr. kaiserlichen Hoheit des Erzherzog Johann von Oestreich Chromeisen im Inlande entdeckt wurde. Durch höchste Genehmigung Sr. kais. Hoheit und gütige Mittheilung durch Hrn. Secretär Zallbrucker, bin ich im Stande meine Leser mit den näheren Umständen dieser Entdeckung bekannt zu machen.

Es war im Sommer des Jahres 1808, als von dem

in Laibach wohnenden Mineralienhändler Preschern eine grosse Partie grössten Theils inneröstreichischer Fossilien zum Verkauf angebothen wurde, wovon der Erzherzog einen ansehnlichen Theil käuflich an sich brachte. Als diese Fossilien gelegentlich näher untersucht wurden, fand sich darunter ein einziges dem französischem Chromeisen ähnliches Stück.

Nähere Versuche meines verehrten Lehrers, des Freyherrn v. Jacquin, bestätigten die frühere Vermuthung seines Chromgehaltes, und eben dadurch wurden Se. kais. Hoheit veranlasst, die Lage eines für die inländischen Manufacturen so wichtigen Fossils aufzusuchen, zumahl da eben in dieser Epoche das Chrom vorzüglich in der Porzellan- und Email-Mahlerey anfing, seine damahls neue und schöne Anwendung zu finden.

Allein höhere Ereignisse, als: die Bildung der Landwehren im Jahre 1809 und andere Staatsgeschäfte, die dieser Feldzug erheischte, schoben dieses Unternehmen hinaus, und erst im Jahre 1810 konnten Se. kais. Hoheit die Aufsuchung dieses Fossils vornehmen.

Nun stellten sich aber diesem Vorsatze neue Schwierigkeiten entgegen, da dem von Preschern erhaltenen Fossile keine nähere Fundortsangabe, sondern bloss eine Etiquette mit der undeutlichen Bezeichnung „Gaisen-Gebirge in Steyermark“ beylag, und Preschern bey dem man sich näher erkundigen wollte, mittlerweile verstorben war. Durch diese un-

deutliche Bezeichnung ging dieser Fundort in die meisten oryktognostichen und mineralogischen Lehrbücher über, während, wie weiter unten folget, sich im Gaisengebirge kein Chrom findet.

Der Sommer des Jahres 1810 ward nun fleissig zur Aufsuchung des Chromeisens in Steyermark verwendet, und sowohl Se. kais. Hoheit selbst, als einige Ihrer ersteren Diener, als Hr. Custos Gebhard zu Grätz und der gegenwärtige Secretär Sr. k. Hoheit Hr. Zallbrucker, durchsuchten beträchtliche Theile des steyermärkischen Gebirgslandes. Dem letzteren ward insbesondere das Gaisengebirge und dessen Umgebung zugetheilt, bey dessen oryctognostischer Durchsuchung sich zwar mancher wichtige mineralogische Fund, aber kein Chrom ergab.

Se. k. Hoheit hatten sich selbst die Gebirge des Judenburgerkreises vorbehalten, und im August desselben Sommers die Urgebirge im obern Ennsthale um Sölk und Schladming genau durchsucht; aber obgleich die steyermärkische Oryctognosie mit manchem schönen Funde bereichert, doch kein Chrom gefunden.

Schon im Begriffe, nach fruchtlosem Bemühen, von Admont aus nach Ihrer Besitzung in Thernberg zurückzukehren, entschlossen sich Se. kais. Hoheit, von einer rein geognostischen Idee geleitet, noch früher die Serpentin - Gebirge zwischen Seggau und der Mur zu durchsuchen.

Diese Idee führte zum Ziel; Se. kais. Hoheit fan-

den in diesem Gebirge, und nahmentlich in den, in der Gulsen befindlichen alten aufgelassenen, von dem Stifte Seggau vor mehr als 200 Jahren geführten Eisenbauten, wirklich das Chromeisen in Gesellschaft von Serpentin, Talk, Speckstein etc. den gewöhnlichen Begleitern des Chromeisensteins. Diess war im September des Jahres 1810.

Höchst wahrscheinlich hatte Preschern seinen Fündling nicht aus diesen Gruben, sondern aus dem am Fusse der Gulsen befindlichen Feistritzbache, als ein abgerissenes Gerölle, dem das Exemplar auch wirklich glich, gesammelt.

Bald darauf, nachdem die in Thernberg von Sr. kais. Hoheit selbst vorgenommene Analyse den Chromgehalt des neuen Fundes bestätigte, nahmen Dieselben durch Muthung dieser alten Bauten und des ganzen Gulsengebirges Höchsteigenthümlichen Besitz und versehen seither im verkäuflichen Wege die Bedürfnisse der in- und ausländischen Manufacturen.

Man erhält das Fossil nicht in seinem natürlichen Zustande, sondern als Schlich, dem zu Folge es früher durch Pochen und Schlemmen grössten Theils von dem dasselbe begleitenden Gesteine befreyet ist.

Ich habe mich zu meinen Versuchen desselben Chrom-Schlichs bedient, habe aber durch Höchste Gnade alle Arten der steyermärkischen Chromeisensteine zur Beleuchtung ihres Vorkommens und zu Analysen erhalten. (S. weiter unten: Natürliches Vorkommen: 2 Chromeisenstein.)

In der Folge fand man Chrom als färbendes Princip beynahe in allen Fossilien der Talkordnung, und dessen Anwesenheit mag wohl vielleicht den dieser Ordnung eigenen grünlichen Farbcharakter verursachen. (M. s. h. unter: Natürlich. Vorkommen: 4. zusammengetragene Mineral-Analysen.)

Natürliches Vorkommen.

Das Chrom-Metall, auch Chromium, Chrome, Chroma, Chromaticum erhielt seinen Nahmen von dem griechischen Hauptworte χρομα (Farbe) mit Recht, theils weil die Oxyde desselben in mehreren Farben vorkommen, theils weil es mit anderen metallischen Salzen sehr schön gefärbte Niederschläge bildet, endlich weil es in der Email-Mahlerey und Färberey sehr verschiedener Körper eine mehrfache Anwendung findet.

Das Chrom kömmt in der Natur in Verbindung mit mehreren Metallen und Erden vor; und zwar:

1. Im *Rothbleyerze*, 2. im *Chromeisensteine*, 3. im *Chromocker*, 4. in mehreren Fossilien als *färbender Bestandtheil*, vorzüglich in denen der Talkordnung.

1. *Rothbleyerz.* Syn. Rother Bleyspath, rothes Sauerbley, Kallochrom, chromsaures Bley, Chrom-

bley, hemiprismatischer Bleybaryt. Minera plumbi rubra, Plomb chromaté, Plomb rouge, Chromate of Lead, red Lear-Spar, red Lead Ore.

Vorkommen: Derb, eingesprengt, selten angeflogen, meist krystallisirt. Auf Gängen in einem mit Quarzkörnern gemengten talkhältigen Fossil, mit Brauneisenstein, Eisenkies, Grünbleyerz, gediegen Gold, Bleyglanz, Quarz.

Primitiv-Form: Die schiefe rhombische Säule.

Hauptkrystalle: a. Die gleichseitige etwas geschobene vierseitige Säule. b. Die sehr breite, wenig geschobene vierseitige Säule. c. Die rechtwinkliche vierseitige Säule, deren drey Ende meistens verbrochen oder sehr verschieden gekantet, gestumpft und geschärft sind. d. Die dünne und längliche vierseitige Tafel, meist fein zugeschärft. e. Nadelförmig. f. Besondere Gestalten, als: stänglich, schilfartig, blätterig.

Integrirende Molekeln: Die schiefe dreyseitige Säule.

Spec. Gew. nach Brisson: 6,012, nach Hauy: 6,0269, nach Leonhard: 6,02 — 5,75.

Morgenroth, Demantglanz auch matt, unebener kleinmuschliger glänzender Bruch, orangegelber Strich, durchscheinend, leicht zersprengbar, ritzt den Gyps und wird geritzt vom Kalkspath, vor dem Löthrohr Metallkorn, den Borax grünfärbend, die Lösung in Salpetersäure safrangelb, in Salzsäure grün, jedoch letztere unvollkommen.

Analysen.

	Chrom-säure.	Bley-oxyd.	Gesammt-betrag.
Nach Vauqüelin . . .	36,40	63,96	100,36
Zu Folge der Synthese v. Ebendems. . . .	34,88	65,12	100,00
Nach Pfaff	32,00	68,00	100,00
Nach Thenard	36,00	64,00	100,00

Unterscheidende Kennzeichen: a. Vom Realgar, dieser gibt v. d. Löthr. Knoblauchgeruch, chromsaures Bley Metallkorn. Realg. wird mit dem Finger gerieben electrisch, chroms. Bley nicht.

b. Vom geschwefelten Spiessglanzsilber (rothen Silber); dieses ist lebhaft roth oder metallisch grau, das Pulver fast morgenroth, das chroms. Bley ist röthlich orange, sein Pulver schön orange.

c. Vom Zinnober, dieser verflüchtigt sich im Feuer, chroms. Bley reducirt sich.

Der Fundort ist bis jetzt nur Sibirien. Die Grube von Berezof, welche es auch liefert, ist drey Meilen nördlich von Katharinburg, am östlichen Fusse des Urals. Pallas gibt einen Fundort 100 Meilen nördlich von Berezof. (Hauy Traité de Mineralogie 1822. T. III. p. 357. Leonhard Handb. d. Oryct. p. 246.)

Vauquelinit. Das rothe sibirische Bley kömmt noch mit einer grünen Substanz vor, welche man Vauquelin zu Ehren Vauquelinit nannte. Nach ihm

soll es Bleyoxd mit Chromoxyd seyn, Hauy führt es unter dem Nahmen Plomb chromé auf. Spec. Gew. 5,5 — 5,78. Es ist schwärzlich grün, olivengrün, zuweilen leberbraun, tropfsteinartig, kleinnierenförmig, ganz kleine Krystalle, ebener auch unebener flachmuschliger Bruch, die Krystalle stark glänzend, sonst wachsglänzend, zeisiggrüner Strich, weich. Vor dem Löthrohr unter Aufschäumen metallische Bleykörner gebend, mit Borax und Phosphor-Salz zu schwarzem Glase fliessend. In Salpetersäure zum Theil lösbar.

Analyse.

	Chromsäure.	Bleyoxyd.	Kupferoxyd.	Gesammtbetrag.
Nach Berzelius	28,33	60,87	10,80	100,00

Fundort. In den Hügeln nordwärts von Berezof mit chromsaurem Bley, auch in Brasilien eben so gesellschaftet. (Leonhard Handb. d. Oryct. p. 248. Hauy Mineralogie. T. III. p. 363.)

2. *Chromeisenstein.* Syn. Eisenchrom, chromsaures Eisen, fer chromaté, chromate de fer, Chromate of Iron.

Vorkommen: Derb, eingesprengt. Spuren von blättriger Textur, mitunter auch krystallinisch körnige Absonderungen, auch Octaeder. Im Ser-

pentin auch im Porphir und Wackengebirge mit Talk, Diallagon, Speckstein, Asbest etc.

Primitiv-Form: Das regelmässige Octaeder.

Spec. Gew. 4,5 — 4,0326 nach Hauy, als Pulver dem Magnet folgsam, vorzüglich der sibirische Chromeisenstein. Pechschwarz, zwischen eisenschwarz und stahlgrau, halbmetallischer Glanz, unebener, kleinmuschliger, auch körnig und kleinblättriger Bruch, brauner Strich, undurchsichtig, schwer zersprengbar, ritzt den Appatit, ritzbar durch Quarz. Vor d. Löthr. sehr schwer schmelzbar, das Boraxglas schmutzig grünend, in Säuren unauflöslich, mit Salpeter geglüht gelbe Auflösung.

A n a l y s e n.

Nach:	Chrom-oxydul.	Eisen-oxydul.	Thon.	Kiesel.	Mangan-oxyd.	Gesammt-betrag.
Klaproth v. Krieglach in Steyermark . .	55,5	33,0	6,0	2,0	—	96,5
Vauquelin v. Bastide de la Carrade . .	43,00	34,7	20,3	2,0	—	100,0
Tassaert von eben daher	63,6	36,0	—	—	—	99,6
Laugier aus Sibirien	53,0	34,0	11,0	1,0	1,0	100,0
Berthier aus Nordamerika	51,6	37,2	9,7	2,9	—	99,0
Berthier v. d. Insel Vache b. St. Domingo	36,0	37,2	21,8	5,0	—	100,0
Seiberts v. den Barehügeln unweit Baltimore	39,514	36,004	13,002	10,596	—	99,116
*) Von Kraubot in Steyermark	34,50	—	—	—	—	—
*) Von Hrubschitz in Mähren	23,11	—	—	—	—	—

*) Diese beyden Fossilien wurden von mir in ihrem natürlichen Zustande nicht als Schlich auf ihren Chromoxydulgehalt untersucht.

Nach Leonhard ist diess Fossil Magneteisenstein mit vorwaltendem Chromoxyd, nach Godon und Laugier ist es Chromoxyd mit Eisen, nach Vauquelin aber Chromsäure in Verbindung mit Eisen.

Unterscheidende Kennzeichen: a. Vom Magneteisenstein. Das Chromeisen ist von dunklerer Farbe, weniger metallglänzend, das Pulver aschgrau statt schwarz, und es äussert keine oder schwache Wirkung auf die Magnetnadel.

b. Von der Zinkblende. Diese ritzt das Glas nicht, wie das Chromeisen, hat ein viel feiner blättriges Gefüge, gibt mit Säuren Hydrothion-Geruch und grünt den Borax nicht.

c. Vom dichten Brauneisenstein. Dieser gibt ein gelbliches Pulver, Chromeisen graues. Das Eisenoxyd reducirt sich beym Brauneisenstein zum Theil v. d. Löthr., wird magnetisch, und wird mit Borax nicht grün.

d. Vom Pecherz (Uranoxydul). Diess hat ein grösseres spec. Gew. und verhält sich zu jenem des Chromeisens wie 3 zu 2, es färbt den Borax vor d. Löthr. nicht.

Fundort: Steyermark auf dem Gulsengebirge zwischen Kraubot und Knittelfeld und dort zwar:

Derb, schwarzgrau, zuweilen mit grünlichem Anfluge von Chromocker, grob und feinkörniges auch blättriges Gefüge, röthlich grauer Strich, unebener Bruch, Pechglanz in metallischen übergehend, rauh anzufühlen, am Stahle Funken gebend,

beym Anhauchen Thongeruch, leicht zersprengbar, ritzt das Glas; kommt vor in Begleitung von bläulich weissem Talk, grünlichem Speckstein, Asbest, Serpentin; findet sich auch im braunen verhärteten Talk mit Serpentin grünlich durchzogen. (S. Analysen des Chromeisensteins.)

Mähren nächst Hrubschitz. Es wurde mir durch Hrn. Doctor Ulram aus Brünn mitgetheilt. Derb, dunkelgrünschwarz, körnig und kleinblätteriges Gefüge, graubrauner Strich, unebener klein-muschliger Bruch, halbmetallischer Glanz, rauh anzufühlen, am Stahle Funken gebend, etwas Thongeruch, an der Luft zerfallend, und etwas zerreiblich, ritzt das Glas; kommt mit Speckstein, Serpentin, Glimmer schichtenweise vor. (S. Analysen des Chromeisensteins.)

Böhmen nächst Bubovitz und Smollivetz im Prachimerkreis. Schlesien am Silberberg nächst Grochau, und dort in grossen und kleinen Geschieben pechschwarz auch pechglänzend, nach meiner Erfahrung das reichste Chromeisen.

Frankreich, Bastide de la Carrade, ferner in der Gegend von Nantes. Zetland Inseln, Fetlar und Unst. Portsoy in Banffshire. Sibirien, am Ufer des Wiasga, im uralischen Gebirge. Vereinigte Staaten, 7 Meilen von Baltimore in den Barehügeln in Serpentin, und dort in Octaedern. Nordamerika, und auf der Insel Vache bey St. Domingo in pechglänzenden Octaedern. Auch der sogenannte Columbit aus Massachu-

sets in Amerika ist Chromeisen. (Leonh. Oryct. p. 354. Klaproth Beyträge B. IV. p. 132. Vauq. Journ. des Mines. T. X. p. 521. Laugier Ann. du Mus. d'hist. nat. T. VI. p. 325. Hayden in Bruce's American. Min. Journ. p. 243).

3. *Chromocker.* Chrome oxydé, ein Fossil, welches nur als Ueberzug oder Anflug auf trümmerartigen Feldspath, Quarz und Glimmer, auch manchmahl mit Chromeisen zugleich vorkömmt, in zerreiblichen Partien auch auf Drusenräumen von Quarzgänzen, welche die vorige Felsart durchsetzen. Spec. Gew. 2,61 — 2,57. Vom schön apfelgrün bis ins strohgelb, zeisiggrün und lauchgrün, matt, erdiger unebener Bruch, blassgrüner Strich, weich oft zerreiblich, rauh anzufühlen, v. d. Löthr. den Borax smaragdgrün färbend, in Säuren unlösbar.

Analysen.

Nach:	Chrom-oxydul.	Eisen-oxyd.	Kiesel.	Thon.	Kalk.	Gesammt-betrag.
Drapiez	10,5	—	64,0	23,0	25 Talk	100,0
	13,0	2,0	52,0	27,0	4,5	98,5
Descotils	2,5	1,0	84,0	4,5	—	92,0

Fundort: Steyermark, mit Chromeisen in Gesellschaft und diesen überziehend. Am Berge Les Ecouchets zwischen Creuzot und Couches im Saone- und Loire-Dep. oft jene Gebirgssteine färbend, zu-

mahl den Quarz; Hauy nennt dieses Fossil Anagenite. Sibirien bey Berezof.

(Leonh. Oryct. p. 171. Hauy Traité T. IV. p. 402. Memoire sur le chrome oxydé. Paris 1810; dasselbe im Journ. des Mines. T. XXIV. p. 269. et T. XXVII. p. 345. — Leschevin memoire etc. p. 22 und Journ. des Min. T. XXVII. p. 362. Descotils ebendort p. 364).

4. *Als färbender Bestandtheil* kömmt das Chrom in verschiedenen Oxydations-Stufen vor, so war Vauquelin der erste, der es als solchen im peruanischen Smaragd fand, welcher nicht nach Klaproth Eisen sondern 3,50 Chromoxydul enthält. (Annales de Chimie T. XXVI. p. 259); ferner eben so im Rubin-Spinell, welcher 5,25 Chromsäure enthält. (Ann. de Chim. T. XXVII. p. 3.) Auch der grüne Speckstein vom Monte Ramazzo in Italien enthält nach Vauquelin 2,0 Chromoxydul. Uebrigens fand derselbe auch Chrom in Aerolithen; dasselbe wurde durch Hrn. Apotheker Joseph Moser in den Meteorsteinen von Stannern in Mähren bestätigt. (Gilb. Ann. B. XXIX. p. 309.) Ritter bemerkt, dass nur magnetische Metalle darin vorkommen, so auch Chrom, aber nur in geringsten Antheilen. Nach Collet Descotils enthält das braune Bley von Zimapan 16,0 Chromsäure Ferner enthalten Chromoxydul: der Smaragdit (Hauy's Omphazite), die grüne Hornblende (Hauy's Actinote), der Augit (Coccolith); Rose fand in einem sächsischen Serpentin nebst Eisen auch Chrom; Cordier im vulkanischen Eisen-

sand von Teneriffa eine Spur Chromsäure; John im Epidot aus Sibirien, im edlen Serpentin, im Platin und in diesem metallisch; Gehlen in folgenden Talkfossilien: im grünlichen blättrigen Talk, im fetten Nephrit, in der dunkelgrünen weissgefleckten Walkererde von Rostwein, im gemeinen und glasartigen Strahlstein aus dem Zillerthal, im grünlich weissen dichten gemeinen Talk, in welchem obiger Strahlstein eingewachsen ist, im lauchgrünen gemeinen Asbest von Zöblitz, im böhmischen Granat; Schrader fand Chrom im Topfstein, einer Varietät des verhärteten Talks, im Titaneisen von Egersund; Köhlreiter im Rheinsande in der Gegend vom Schwarzwalde 2,00 Chromoxyd.

Chrom-Metall.

Alle bisher über die Reduction dieses Metalles angeführten Versuche scheinen sich sehr wenig der Vollkommenheit zu nahen. Vauquelin führt an, dass er aus Chromsäure, welche er in einen Kohlentiegel, und darüber in einen Platintiegel gab, ganz leicht binnen einer Stunde mittelst des Gebläses Metallkorn erhalten habe. (Annales de Chimie. T. XXV. p. 21. Tromsd. Journ. d. Ph. B. VI. St. 2 p. 285 etc. B. VII. St. 2. p. 236.)

Schon Richter bemerkt sehr wahr, dass das Vauquelin'sche Metall mit Bley legirt gewesen sey, denn

er verschaffte sich seine Chromsäure durch Behandlung des rothen Bleyerzes mit Salzsäure, wobey sich ein Antheil chromsaures Bley mit der ausgeschiedenen Chromsäure verband, damit ein krystallisirbares Salz darstellte, welches er als Säure zur Reduction anwandte; (s. weiter unten Vauquelins Chromsäure). Uebrigens ist es eine Thatsache, dass schwer reduzirbare Metalle oder Metalloxyde oft ohne viele Schwierigkeit Metalllegirungen geben; so erhält man z. B. aus Eisenoxyd und Chromoxydul leicht eine Legirung. Eine ähnliche Legirung erhielt Gmelin durch Behandlung des Chromoxydulhydrats mit Soda, Zink und Boraxsäure vor dem Löthrohr uud Gebläse, das erhaltene Korn war bleygrau und vielleicht Chrommetall mit einem oder mehreren der angewandten Flussmittel: Zink, Sodium und Boron legirt; mit Borax schmolz es grün unter Verbreitung von Arsenikalgeruch. (Crells chem. Ann. 899. B. I. p. 280. etc.).

Endlich dürfte man ja zu dem Schlusse berechtiget seyn, dass höhere Oxyde nicht leichter ihr Oxygen verlieren, als minder oxydirte Körper, dass also Chromsäure zur Reduction gewiss nicht tauglicher sey als Chromoxydul; und wie schwer die Reduction schon aus diesem letzteren gelinge, wird eine von mir über diesen Gegenstand angestellte Reihe von Versuchen zeigen.

Erster Versuch. Anfangs verfuhr ich nach Richters Angabe, ich fütterte einen hierzu passenden

Porzellantiegel mit Kohlenpulver und Terpentinöhl aus, gab in denselben, nachdem er getrocknet worden, einen mit Terpentinöhl angestossenen dicken Brey von 400 Gran Chromoxydul und 200 Gran reiner Zuckerkohle, bedeckte diesen zur Ausfüllung des Tiegels mit Kohlenpulver, verklebte die Fugen des Deckels genau, und stellte ihn so an den heissesten Punct des Porcellanofens der hiesigen k. k. Porzellanfabrik unter einen Hitzgrad von 151° Wedgewood. Nach dem Erkalten war das angewandte Chromoxydul mit der Kohle zusammengebacken, aber leicht zerreiblich, und in sehr kleinen Puncten metallisch glänzend, welches unter der Vergrösserung noch bemerkbarer wurde. Die sämmtliche erhaltene Masse betrug an Gewicht 390 Gr., welches genau die stoechiometrisch erforderliche Menge ist, indem 110 Gr. Kohle im Ueberschusse angewandt wurden. Geschlemmt, und so grösstentheils von der Kohle befreyt, stellte sich dieses metallische Pulver noch deutlicher dar, wurde aber von Salpeter- Salz- und Schwefel-Säure weder im concentrirten noch diluirten Zustande im geringsten verändert. Auch Königswasser hatte weder im kalten noch im warmen Digeriren eine Wirkung darauf.

Zweyter Versuch. 50 Gran metallischen Pulvers des ersten Versuchs wurden für sich in einem Porzellantiegel einem Porzellanbrand ausgesetzt, der Verlust war 0,25 Gr. welcher wohl unbeachtet gelassen werden dürfte, die Masse war zusammengeba-

cken, im Bruche stark, beynahe metallisch glänzend, undeutlich krystallinisch, schwarzgrün und leicht zerreiblich.

Dritter Versuch. 50 Gr. desselben Pulvers wurden in einem hessischen Tiegel mit gepulvertem Glas bedeckt, abermahls im Porzellanofen geglüht, die Masse war dann zwar fester als die vorige, sonst aber eben so.

Vierter Versuch. Eine geringe Menge desselben Pulvers und das im zweyten Versuche erhaltene wurden mit Quecksilber in einer Achatschale anhaltend gerieben, um vielleicht ein Amalgam zu bewirken, diess war aber nicht zu bezwecken und nach einigen Monathen ward das dadurch entstandene gleichförmig graue Pulver zu grünem Pulver (Chromoxydul) und Quecksilberkügelchen verändert.

Fünfter Versuch. 100 Gr. Chromoxydul wurden mit 22,5 Zuckerkohle (dem stoechiometrischen Verhältnisse) mit festem Terpentin zu Brey gestossen, 1 Stunde vor der Schmiedeesse stark geglüht, so dass die hierzu angewandte Probiertute in mehrere Stücke zersprang, die dennoch ganz erhaltene Masse wog nach dem Erkalten 80,75 Gr., war dunkelgrün, aber gar nicht metallglänzend.

Sechster Versuch. 150 Gr. weinsteinsaures Chromoxydul wurden eine Stunde vor dem Gebläse geglüht, das Gewicht war nach dem Glühen 40 Gr. eines zu Körnern vereinigten Chromoxyduls.

S i e b e n t e r V e r s u c h. Ganz übereinstimmend war das Product von eben so behandelten 150 Gr. zuckersaurem Chromoxydul, welches nach dem Glühen 44 Gr. wog.

A c h t e r V e r s u c h. 200 Gr. weinsteinsaures Chromoxydul wurden in einem Porzellantiegel dem Porzellanbrand ausgesetzt, die Masse schäumte aber so, dass der grösste Theil überlaufen war, und das Wenige, was noch blieb, nichts weiter als leicht zerreibliches Oxydul war.

N e u n t e r V e r s u c h. (Diessmahl im Laboratorio der allg. techn. Chemie des k. k. polytechn. Instituts, unter Leitung des Hrn. Prof. Scholz.) 4 Loth Chromoxydul wurden mit einer verhältnissmässigen Menge Kohle, Quarz, Boraxglas und Flussspath in einen mit Kohlen gefütterten Porzellantiegel, und dieser wieder in einen Porzellantiegel gegeben, die Zwischenräume mit Kohlenpulver ausgefüllt, und so in einen grossen Aikinischen Ofen mit Hülfe eines Faltengebläses 4 Stunden ununterbrochen geglüht; allein dieser Versuch verunglückte durch einen Umsturz des Tiegels, indem das Statif des Tiegels (von Kapselthon) bey dieser so starken Hitze zusammenschmolz, daher wurde dieser Versuch an demselben Orte und mit denselben Geräthschaften wiederhohlt.

Z e h n t e r V e r s u c h. Diessmahl wurden 2 Loth Chomoxydul angewendet, früher mit Kohle so gut als möglich reducirt, und dann mit den Flussmitteln des vorigen Versuchs 4 bis 5 Stunden eben so ge-

glüht. Das Statif war zwar wieder weich geworden, aber die Masse war ganz zusammenhängend, hatte beym Anfeilen der Spitze zwar ein metallisches Ansehen, war ziemlich spröde, bleygrau, aber wahrscheinlich mit Silicium, Boron und dergleichen von den angewandten Flussmitteln bey dieser so grossen Hitze verbunden worden. Das spezifische Gewicht war nicht ganz 4,000.

Eilfter Versuch. 100 Gran Chromoxydul wurden mit dem stoech. Verhältniss 22,5 Zuckerkohle einem Porzellanbrand ausgesetzt, und wogen nach dem Erkalten 73,375 Gran. Am meisten aber entsprach meiner Erwartung folgender:

Zwölfter Versuch. Es wurde genau dasselbe Verhältniss des vorigen Versuchs 11 angewandt, mit etwas Leinöhl zum Brey gestossen, in eine Porzellanprobiertute gegeben, obenauf mit Kohlenpulver und Leinöhl ausgefüllt, sorgfältig bedeckt und in den Porzellanofen gebracht.

Die Masse war nach dem Glühen ziemlich stark zusammenhängend, dunkelgrüngrau, in einem kleinen Zwischenraum, der sich zwischen dem Tiegel und der Masse durch die Hitze bildete, an den Seitenwänden sehr fein säulenförmig krystallisirt und vollkommen metallglänzend.

Das so erhaltene Metall hat eine stahlgraue Farbe, krystallisirt in, durch eine starke Vergrösserung deutlich erkennbaren, vierseitigen verschiedenartig in einander geflochtenen Säulen, welche eine so grosse

Sprödigkeit besitzen, dass sie leicht zerbrechen und unter mässigen Hammerschlägen zerspringen. Da die erhaltene Menge so klein war, konnte ich das specifische Gewicht nicht bestimmen, nach Richter soll es 5,900 seyn. Nach Ritter ist dieses Metall magnetisch und zwar in nachstehender Reihenfolge: Eisen > Nickel > Kobalt > Chrom. Vor dem Löthrohre bedeckt es sich mit einer Lilasfarbenen Kruste, die beym Erkalten grün wird. Es wird von keiner Säure, auch nicht vom Königswasser angegriffen, sondern kann nur durch Glühen mit Salpeter verändert werden.

Verbindungen des Chrom-Metalls.

Chrom mit Oxygen. Obwohl über die Oxydationsstufen des Chroms verschiedene Meinungen herrschen; so dürften doch nur drey constante Verbindungen desselben angenommen werden, und zwar:

I. *Chromoxydul*,

II. *Chromoxyd*,

III. *Chromsäure*,

deren Verhältnisse folgender Massen angegeben werden:

	Chrom.	Oxygen.	Aequiv. der Zusammensetzung.
Chromoxydul nach Berzelius	1 Aeq. = 703,64	+ 3 Aeq. = 300	= 1003,64
Chromoxyd . nach Berzelius	1 - = 703,64	+ 4 - = 400	= 1103,64
Chromoxyd . nach Bischof	1 - = 233,33	+ 1 - = 100	= 333,33
Chromsäure . nach Berzel.	1 - = 703,64	+ 6 - = 600	= 1303,64
Chromsäure . nach Bischof	1 - = 233,33	+ 2 - = 200	= 433,33
In 100 Gewichtstheilen sind im			Gesammtbetrag
Chromoxydul nach Berzel.	70,11	29,89	100,00
Chromoxyd . nach Berzel.	63,76	36,24	100,00
Chromoxyd . nach Richter	70,42	29,58	100,00
Chromsäure . nach Berzel.	53,98	46,02	100,00
Chromsäure . nach Richter	63,3	36,7	100,0
Chromsäure . nach Godon	Oxydul: 74,1	25,9	100,0
Chromsäure . nach Vauquelin	- 85,8	14,2	100,0

Abweichungen dieser Oxydationsstufen führen an:

1. Godon, welcher zwar 3 Oxyde annimmt, deren erstes aber weiss, das zweyte grün (Chromoxydul), das dritte roth und dabey als Säure erscheinend (Chromsäure) ist. (Neu. allg. Journ. d. Chemie. B. VI. p. 691.)
2. John betrachtet das Chromoxyd nicht als eine eigenthümliche Oxydationsstufe, sondern als eine Verbindung von Chromsäure mit Chromoxydul, und stützt sich auf die Erfahrung, dass man diesen braunen Körper auch erhält, wenn man Chromoxydul mit Chromsäure digerirt, oder eben so mit Alkohol behandelt. Seiner Ansicht zu Folge bestehen nur zwey Oxyde des Chroms, nähmlich 1. Oxyd (Oxydul), 2. Säure.
3. Brandenburg, Apotheker zu Polotzk in Weiss-Russland suchte in einer Abhandlung (Schweigers neues Journ. f. Chem. et Phys. B. XIII. p. 274, und Scherers Nord. Blätt. B. I. p. 190) zu beweisen, dass keine Chromsäure bestehe, und hält diese für eine Verbindnng von (nach ihm) gelbem Oxyd mit irgend einer Mineralsäure, und zwar gewöhnlich mit Salpetersäure, indem diese meistens bey Bereitung der Chromsäure angewendet wird. Nach ihm besteht das rothe sibirische Bleyerz aus Bleyoxyd mit gelbem Chromoxyd und alle übrigen chromsauren Salze und Metalle sind dreyfache Verbindungen einer alkalischen oder metallischen Base

und der angewandten Säure. So z. B. besteht das chromsaure Kali aus Chromoxyd, Kali und Salpetersäure. Er nimmt daher 1. ein perlfarbenes, 2. ein grünes, 3. ein gelbes Oxyd an.

Seine Versuche wurden aber hinreichend widerlegt: durch Doebereiner (Schweig. Journ. f. Chem. und Phys. B. XXII. p. 476) und durch Meissner in (Gilberts Annal. d. Phys. B. LX. Neue Folge B. XXX. p. 366.)

Sehr bescheiden weisen diese beyden Chemiker Brandenburgs Ansichten zu recht, während ein nordischer Chemiker dessen Arbeit geradezu als eine Reihe schlecht angestellter Versuche erklärt. (Berzel. Jahresbericht. 1. Jahrg. übers. v. C. G. Gmelin. p. 52. letzte Spalte).

Was Brandenburg beobachtete, waren Doppelsäuren von Chromsäure mit anderen Säuren, welche ich später unter „Chromsäure mit Säuren" anführen werde, und obwohl er seine Versuche selbst unvollkommen nennt, so war er doch der Erste, der aufmerksam machte, dass die reine Chromsäure nicht bestehe, dem Berzelius nun selbst beypflichtet, indem er in seinem Lehrbuch der Chemie, B. II. Abth. 1. p. 161 (deutsche Uebersetz.) Spalte 15 von unten sagt: „Die isolirte Chromsäure ist daher bis jetzt noch unbekannt."

I. Chromoxydul (Chrom-Protoxyd) wird erhalten:

1. Wenn man metallisches Chrom so lange an der

Luft erhitzt, bis es lilasfarben erscheint, wobey es durch das Oxygen der atmosphärischen Luft oxydirt und nach dem Erkalten grün wird.

2. Wenn Chromoxyd oder Chromsäure in verschlossenen oder auch offenen Gefässen erhitzt werden, wobey das überflüssige Oxygen entweicht und Oxydul im Rückstand bleibt.

3. Wenn chromsaures Bleyoxyd mit einem Gemenge von Salzsäure und Alkohol digerirt wird, wobey sich auf Kosten des Sauerstoffs der Chromsäure Aether bildet, und salzsaures Chromoxydul sich in der spirituösen Flüssigkeit auflöset, während salzsaures Bleyoxyd grösstentheils unaufgelöst zurückbleibt.

4. Oder durch blosses Schmelzen von chromsaurem Bley mit Kohle, wobey das Bley zum Metall und die Chromsäure zum Oxydul reducirt werden. Ich erhielt dasselbe aus chromsaurem Silber, und wahrscheinlich verhalten sich alle reduzirbaren chromsauren Metalle eben so.

5. Nach Grouvelle erhält man es auch durch Uebersättigung des alk. chroms. Kalis mit Salpetersäure, Abscheidung des entstandenen Salpeters durch Krystallisation, und Glühen des rückständigen sauren chromsauren Kalis für sich, wobey die überschüssige Chromsäure unter Entwicklung von Oxygen zum Oxydul gebracht wird, während das alk. chroms. Kali im Rückstand bleibt, und zur

gleichen Behandlung wieder verwendet werden kann.

6. Wird alk. chroms. Kali mit Kohlenstaub weiss geglüht, und dann ausgelaugt, so erhält man ebenfalls Chromoxydul, und das rückständige noch gelbgefärbte kohlensaure Kali wird neuerdings mit Chromeisenstein geglüht. Im Grossen pflegt man diess durch Rösten an der Luft zu bezwecken.

7. Mehr zu empfehlen und vorzüglich für den Fabriksgebrauch ist die Methode nach Lasseigne (Schweig. Jahrb. der Phys. und Chem. B. II. p. 138) wenn man gleiche Theile Schwefel und alk. chroms. Kali mengt, und in einem Tiegel anhaltend roth glüht, die erhaltene Masse im Wasser auslaugt, wobey das entstandene Schwefelkalium und schwefelsaure Kali aufgelöst werden, und das Chromoxydul herausfällt. 1000 Gr. alk. chroms. Kali geben auf diese Art 304 Gr. trockenes dunkelseladongrünes Chromoxydul.

Meinen Versuchen zu Folge erhält man, da das vorige Verhältniss sehr dunkel grünes Oxydul liefert, dieses am besten durch gleiche Behandlung von einem Theile Salz mit der Hälfte reiner Schwefelblumen, man erhält auf diese Art genau den dritten Theil des angewandten Salzes, jedoch ist das nach dieser Methode bereitete Oxydul jederzeit mit einem geringen Antheil Schwefel verunreinigt, den man aber durch wiederhohltes Ausglühen (bis dadurch

kein Gewichtsverlust mehr bemerkbar ist) leicht beseitigen kann.

8. Das reinste Oxydul erhält man aber, wenn chromsaures Quecksilber für sich geglüht wird, wobey metallisches Quecksilber und Oxygen entweichen, während das reine Oxydul im Rückstande bleibt. Ich erhielt auf diese Art aus 500 Gr. chromsauren Quecksilbers 73 Gr. eines schön grünen Chromoxyduls.

Das Chromoxydul erscheint im reinen Zustande als ein zwischen Grasgrün und Seladongrün fallendes feines Pulver, welches man auch mit dem eigenthümlichen Nahmen Chromgrün zu belegen pflegt, in Wasser und Säuren unauflöslich ist, nach stärkerem Glühen etwas lichter, und nach wiederhohltem Erhitzen immer etwas bräunlicher wird. Vor dem Knallgebläse schmilzt es mit weissem Rauch ohne sich zu reduciren.

Es wird zersetzt durch Kohle bey der grössten Weissglühhitze; durch Kalium und Sodium bey geringerer Temperatur, in welchen Fällen es zwar reducirt, aber nicht in ein Korn zusammen geschmolzen wird.

Verbindungen des Chromoxyduls.

Chromoxydul mit Wasser (Chromoxydulhydrat) erhält man am besten, wenn man alk. chromsaures Kali in reinem Wasser auflöst, und mit der Hälfte Gewicht des angewandten Salzes conc. Schwe-

felsäure vermischt. Die goldgelbe Lösung wird durch den Zusatz der Schwefelsäure sogleich dunkel orangegelb, indem diese sich mit dem Kali verbindet, und die Chromsäure ausgeschieden wird. Nachdem die Flüssigkeit so durch einige Zeit gestanden, und öfter umgerührt worden, leitet man Schwefelwasserstoffgas hindurch. Die Flüssigkeit wird nun schmutzig dunkelgrün gefärbt, und nachdem das überflüssige Schwefelwasserstoffgas durch Erhitzen vertrieben worden, setzt man der wieder erkalteten Flüssigkeit reines Kali, Natron oder Ammoniak zu, wodurch sich das Hydrat als ein lockerer spargelgrüner Niederschlag ausscheidet. Die beyden ersteren dürfen aber nicht im Ueberschusse zugesetzt werden, da das entstandene Hydrat wieder aufgelöst wird, sich jedoch wieder ausscheidet, wenn man die Auflösung kocht. Daher bedient man sich am vortheilhaftesten zu dieser Operation des reinen Ammoniaks, der das Hydrat nur sehr unbedeutend auflöst.

Der Wasserstoff des Schwefelwasserstoffs verbindet sich bey dieser Operation mit dem Sauerstoff der Chromsäure, das nunmehr entstandene Chromoxydul mit der Schwefelsäure, diese letztere aber mit dem zugesetzten Alkali, während das Chromoxydul als Hydrat ausgeschieden wird.

Das Chromoxydulhydrat erscheint trocken als ein grünes verschiedenartig schattirtes bey warmer Zerlegung als schmutzig graugrünes Pulver, welches erhitzt sein Wasser verliert, und zum trockenen dun-

kelgrünen Chromoxydul verändert wird; diess noch mehr erhitzt gibt endlich das hellgrüne Oxydul. Als Hydrat wird es leicht, besonders beym Erwärmen, von den Säuren aufgelöst, und stellt so die nunmehr folgenden Chromoxydul-Salze dar.

Chromoxydul mit Schwefelsäure. Das schwefelsaure Chromoxydul erhält man durch Auflösung des Chromoxydulhydrats in concent. Schwefelsäure. Die Auflösung mit Wasser verdünnt ist anfangs grasgrün, dann schön violett, und dieses letztere vorzüglich wenn es gegen das Licht gehalten wird. Wird das Oxydul vollkommen mit der Säure gesättigt, und scharf zur Trockene gebracht, so bildet es eine unkrystallisirbare Masse, welche im Wasser unauflöslich ist, da es nach Vauquelin wahrscheinlich in ein basisches Salz übergeht. Ist hingegen Ueberschuss von Säure vorhanden, so bildet es das saure schwefelsaure Chromoxydul, welches bey langsamen Abdampfen an der Luft in schönen amethystfarbenen glänzenden, Octaedern krystallisirt.

Dieses Salz hat einen süssen dabey metallischen Geschmack, verwittert langsam an der Luft, schneller durch Erhitzung, und wird an der Oberfläche weiss. Es ist in 8 Theilen kalten und etwas weniger warmen Wasser vollkommen auflöslich, die Auflösung ist violett und reagirt sauer auf Lackmus, es lässt sich leicht zerreiben, und gibt ein violettweisses Pulver.

Auch die schweflige Säure löst das Hydrat des Chromoxyduls auf, und stellt so das schweflig-saure Chromoxydul dar.

Die Schwefelwasserstoffsäure äussert keine Wirkung auf das Chromoxydulhydrat; die schwefelwasserstoffsauren Alkalien hingegen stellen mit Chromoxydulsalzen einen graugrünen dreyfachen Niederschlag dar.

Chromoxydul mit Salpetersäure. Das salpetersaure Chromoxydul erhält man ebenfalls durch Auflösung des Hydrats in mässig conc. Salpetersäure. Die Lösung ist grün, wird aber nach mehrfachem Abdampfen braun, und es sondert sich daraus eine braune poröse, bey noch stärkerem Erhitzen unter Entweichen salpetersaurer Dämpfe, eisenschwarze glänzende Masse ab. Die von der ausgeschiedenen Masse getrennte Flüssigkeit erscheint nun braun, schmeckt süsslich zusammenziehend, reagirt dabey sauer, und ist saures salpetersaures Chromoxydul, welches nicht krystallisirt, sondern immer wieder einen unauflöslichen schwarzgrünen Absatz fallen lässt, welcher wahrscheinlich eine Verbindung von Chromoxydul, Chromoxyd und Salpetersäure ist. Geglüht wird das saure Salz zersetzt und es bleibt Oxydul im Rückstand.

Das Chromoxydul kann durch wiederhohltes Kochen mit Salpetersäure nicht bis zur Chromsäure oxydirt werden (Berzelius). Enthält die Lösung ein Alkali besonders Ammoniak, so entwickelt sich, wenn

sie concentrirt wird, Stickstoffoxydgas, und sie wird roth.

Chromoxydul mit Salzsäure. Das salzsaure Chromoxydul wird durch unmittelbare Auflösung des Hydrats oder Zerlegung des kohlensauren Chromoxyduls mit conc. Salzsäure erhalten. Die Lösung ist grün auch violett und krystallisirt nicht, zur Trockenheit abgedampft gibt sie eine grüne Masse, die sehr bald wieder an der Luft zerfliesst, im Weingeist lösbar ist, und durch Glühen nicht zerlegt wird, denn sie löst sich nachher völlig wieder im Wasser mit grüner Farbe auf. Während des stärkeren Glühens sublimirt sich ein Theil in blassrothen glänzenden im Wasser unlöslichen Schuppen.

Vauquelin bemerkte bey stärkerem Erhitzen Chlorentwicklung, und Zunahme des Umfangs der Masse, die sich hierauf in gelbe glänzende glimmerartige Blättchen verwandelte. Das geglühte salzsaure Chromoxydul wird von Einigen als Chlorchrom betrachtet.

Chromoxydul mit Phosphorsäure. Das phosphorsaure Chromoxydul erhält man durch Auflösung des Oxydulhydrats in wässriger Phosphorsäure. Die Lösung ist schön smaragdgrün, und wird beym Abdampfen zu einer grünen Gallerte, die sich im Wasser leicht auflöst, übrigens ist dieses Salz unkrystallisirbar.

Die phosphorsauren Alkalien geben mit den

Chromoxydulsalzen grünlich weisse (vielleicht dreyfache) Niederschläge.

Chromoxydul mit Kohlensäure. Das kohlensaure Chromoxydul hat man bis jetzt noch nicht darstellen können; der graugrüne Niederschlag, den man aus Chromoxydulsalzen im Wege doppelter Verwandtschaft durch kohlensaure Alkalien erhält, ist nach Berzelius eine Verbindung von bas. kohlensaurem Chromoxydul mit Chromoxydhydrat. Die Base ist zwischen beyden gleich getheilt, der Sauerstoff der Kohlensäure macht die Hälfte und derjenige des Wassers den vierten Theil des im Oxydul enthaltenen aus. Es ist im Wasser unauflöslich, im frischgefällten Zustande hingegen auflöslich in wässrigem kohlensaurem Kali (Gmelin).

Chromoxydul mit Boraxsäure. Das boraxsaure Chromoxydul ist auf nassem Wege noch nicht dargestellt worden, der Borax schmilzt aber mit dem Chromoxydul zu einer grünen halbverglasten Verbindung.

Chromoxydul mit Arseniksäure. Das arseniksaure Chromoxydul erhält man durch gegenseitige Zerlegung von salzsaurem Chromoxydul durch arseniksaures Kali als einen apfelgrünen (vielleicht dreyfachen) Niederschlag.

Chromoxydul mit Molybdänsäure. Das molybdänsaure Chromoxydul erhält man im Wege doppelter Wahlverwandtschaft, durch Zerlegung von schwefelsaurem Chromoxydul mit molybdänsaurem

Ammoniak als einen apfelgrünen Niederschlag, welcher während dem Trocknen ins zeisiggrüne übergeht.

Chromoxydul mit Essigsäure. Das essigsaure Chromoxydul erscheint mittelst warmer Auflösung des Oxydulhydrats in conc. Essigsäure als eine smaragdgrüne Flüssigkeit, welche nicht krystallisirt, und der Luft ausgesetzt bald zu einer an der Oberfläche glänzenden Masse vertrocknet.

Chromoxydul mit Kleesäure. Das kleesaure Chromoxydul erhält man durch Behandlung von Chromoxydulhydrat mit wässriger Kleesäure als eine anfangs grüne nach mehreren Tagen ins amethistfarbene übergehende Flüssigkeit, die durch langsames Abdampfen an der Luft in Octaedern krystallisirt, welches Salz aber saures kleesaures Chromoxydul ist, das an der Luft langsam verwittert und im Wasser leicht mit violetter Farbe auflöslich ist.

Chromoxydul mit Weinsteinsäure. Das weinsteinsaure Chromoxydul erhält man durch Auflösung des Oxydulhydrats in wässriger Weinsteinsäure. Die Auflösung ist anfangs grün, nach mehreren Tagen besonders gegen das Licht amethistfarben, hat man einen Ueberschuss von Weinsteinsäure angewandt, so krystallisirt diese beym langsamen Abdampfen an der Luft beynahe rein anfangs heraus, sodann schiesst das saure weinsteinsaure Chromoxydul in amethistfarbenen mehr ins Vio-

lett sich neigenden Octaedern an, welche an der Luft langsam verwittern, einer mässigen Hitze ausgesetzt, ihre Krystallgestalt zwar beybehalten, aber perlfarben werden, sich leicht zerdrücken lassen, und dann ein eben so gefärbtes Pulver darstellen, welches im Wasser aufgelöst die nähmliche amethistfarbene Auflösung wie das krystallisirte Salz liefert.

Chromoxydul mit Bernsteinsäure. Das bernsteinsaure Chromoxydul erhielt ich durch warme Digestion von Chromoxydulhydrat mit in Wasser gelöster Bernsteinsäure als eine grüne Flüssigkeit, aus welcher durch langsames Abdampfen anfangs die überschüssig zugesetzte Bernsteinsäure zum Theil grün gefärbt und auf diese das saure bernsteinsaure Chromoxydul in dunkelvioletten Octaedern anschoss.

Chromoxydul mit Blausäure. Obwohl eine directe Verbindung der Blausäure mit Chromoxydul nicht bekannt ist, so dürfte doch die dreyfache Verbindung, welche durch Zusammenbringen von eisenblausaurem Kali mit alk. chromsaurem Kali als grünlicher Niederschlag entsteht, und wahrscheinlich eine Verbindung von Chromoxydul, Eisenoxydul und Blausäure ist, hieher gerechnet werden.

Chromoxydul mit Kali. Diese Verbindung entsteht durch Auflösen des Oxydulhydrats in reiner Kalilauge. Sie erscheint als eine schön grüne Flüssigkeit, die aber sehr zersetzbar ist, da sie schon durch Erhitzen, indem das Oxygen der Atmosphäre

absorbirt wird, einen Theil des Oxyduls in grünen Flocken fallen lässt, während der Rest unter Entfärbung in Chromsäure übergeht, die mit dem Kali als chromsaures Kali in der Auflösung bleibt. Eben so verhält sich:

Chromoxydul mit Soda.

Chromoxydul mit Ammoniak erhält man ebenfalls durch lauwarme Digestion von Oxydulhydrat mit reinem Ammoniak, die Auflösung ist grün und noch leichter zersetzbar als die beyden vorigen Verbindungen.

II. Chromoxyd (Chromdeutoxyd, braunes Chromoxyd) erhält man:

1. Durch anhaltende mässige Erhitzung des Chromoxyduls an der Luft, wobey sich dasselbe langsam zum Oxyd umwandelt.
2. Durch Digestion der Chromsäure mit Alkohol (John), welche an die Bestandtheile des Alkohols Oxygen abgibt und dann als Oxyd erscheint.
3. Durch Erhitzen der Chromsäure mit Chromoxydulhydrat, wobey auf Kosten der Säure das Oxydul zum Oxyd und die Säure ebenfalls zum Oxyd geschaffen werden.
4. Durch Stehenlassen der Chromsäure, besonders am Licht, woraus sich von selbst Chromoxyd absetzt.
5. Durch Erhitzen der Chromsäure für sich.
6. Durch Digestion der Chromsäure mit Ammoniak,

wobey an die Bestandtheile des Ammoniaks Oxygen abgegeben wird.

7. Durch Mischung von flüssiger Chromsäure mit schweflichter Säure, welche die Säure in rothbraunes Oxyd verwandelt, und schwefelsaures Chromoxyd gibt. Wird viel schweflichte Säure angewendet, so entsteht schwefelsaures Chromoxydul und die Flüssigkeit wird grün.

8. Durch unvollkommene Oxydation des Oxyduls mit Salpetersäure, oder

9. Wässriger Chlorine.

10. Durch Erhitzen des Chromoxydulhydrats für sich.

11. Durch unvollkommenes Ausglühen des chromsauren Quecksilbers, wobey die Chromsäure nur zum Oxyd nicht zum Oxydul entsäuert wird.

12. Am zweckmässigsten aber verfährt man, wenn man salpetersaures Chromoxydul bis zur Zersetzung der Salpetersäure erhitzt, wiederhohlt mit Salpetersäure übergiesst, wieder bis zur Trockene erhitzt, und so fortfährt, bis alles in ein eisenschwarzes Pulver verwandelt worden ist.

Das Chromoxyd erscheint als ein mehr oder weniger dunkelbraunes, auch eisenschwarzes zuweilen mit etwas Roth, glänzendes Pulver, welches von Säuren unangreifbar ist.

Es wird von einigen Chemikern als chromsaures Chromoxydul betrachtet, und enthält nach Doebereiner: 2 M. G. Oxydul gegen 1 M. G. Säure.

Es wird zersetzt: 1. Durch heftiges Glühen, und wird unter Entwicklung von Sauerstoff zum Oxydul.

2. Durch Salzsäure, wobey Chloringas entweicht, und salzsaures Chromoxydul im Rückstand bleibt.

3. Durch anhaltende Digestion mit Salpetersäure, wobey es nach einigen Chemikern zur Säure oxydirt werden soll.

Verbindungen des Chromoxyds.

Chromoxyd mit Wasser. Das Chromoxydhydrat soll erhalten werden:

1. Wenn man salpetersaures Chromoxydul bis zur theilweisen Zersetzung der Salpetersäure erhitzt, die Masse im Wasser auflöst und mit reinem Ammoniak das Hydrat aus der braunrothen Auflösung fällt. Ich verfuhr auf diese Art vier Mahl, indem jedesmahl das flüssige salpetersaure Chromoxydul bis zur Trockene und dann theilweisen Zerlegung der Salpetersäure erhitzt, und neuerdings mit Salpetersäure übergossen wurde; erhielt aber bey der endlichen Fällung der wässrigen rothbraunen Flüssigkeit mit reinem Ammoniak nichts als Chromoxydulhydrat, welches aber diessmahl etwas dunkler grün ausfiel, als sonst das Chromoxydulhydrat zu seyn pflegt.
2. Wenn man durch die Auflösung eines Chromoxydulsalzes Chlorgas streichen lässt, und dann durch reines Kali fällt; wobey sich die Säure des angewandten Oxydulsalzes sowohl, als die entstandene

Salzsäure mit dem Kali verbindet, während das durch die Entstehung der Salzsäure gleichzeitig gebildete Chromoxyd sich mit Wasser zum Chromoxydhydrat verbindet. Ich leitete dem zu Folge durch salpetersaures Chromoxydul Chlorgas, die früher rothbraune concentrirte Auflösung wechselte ihre Farbe mit der des Amethistfarbenen, es setzte sich am Boden des Gefässes ein orangegelber Niederschlag (Chlorchrom?), welcher auch erfolgte, wenn man die klare amethistfarbene Lösung mit Wasser verdünnte, die nach Abscheidung dieses Niederschlags verdünnte violette Auflösung verhielt sich dann wie salzsaures Chromoxydul und gab so wie dieses mit Ammoniak einen graugrünen Niederschlag.

3. Wenn wässrige Chromsäure mit hinreichender Menge schwefliger Säure gemischt wird, wobey erstere Oxygen an die letztere unter Entstehung von Chromoxyd abgibt, und bey Fällung mittelst Ammoniak, dieser sich mit der Schwefelsäure verbindet, während das Chromoxyd mit Wasser als Chromoxydhydrat herausfällt.
4. Auch beym Kochen einer Auflösung des chromsauren Ammoniaks, wobey wahrscheinlich durch Zerlegung des Ammoniaks der Wasserstoff mit dem Sauerstoff der Chromsäure, das nunmehrige Chromoxyd aber mit dem Wasser in Verbindung tritt. (Vauquelin.)

Das Chromoxydhydrat erscheint als eine roth-

braune Masse, welche nicht im Wasser, jedoch in Säuren auflöslich ist, wird es erhitzt, so verdampft das Wasser, es bleibt trockenes Oxyd im Rückstand, welches dann schwarz ist.

Die Chromoxydsalze erhält man so wie die Oxydulsalze durch Auflösung des Chromoxydhydrats in Säuren. Schwefelsaures, salpetersaures und salzsaures Chromoxyd sind unkrystallisirbar, und stellen braune Massen dar, die im Wasser auflöslich sind, und aus denen die Alkalien Chromoxydhydrat fällen; werden sie anhaltend geglüht, so entweichen die Säuren und es bleibt Oxyd im Rückstand.

Nach Brandenburg ist das salpetersaure Chromoxyd ein saures Salz; durch Erhitzen des salpetersauren Chromoxyduls bis beynahe zum Glühen erhält man nach ihm ein neutrales salpetersaures Chromoxyd, welches eine gelbe Farbe hat.

Die übrigen Verbindungen des Chromoxyds sind bis jetzt noch unbekannt, und da diese angeführten Verbindungen sehr wenig Sicherheit haben, auch meine darüber angestellten Versuche nicht gelingen wollten, so dürfte die Vermuthung mehrerer Chemiker, welche dieses Oxyd für eine Verbindung von Chromsäure mit Oxydul halten, sehr viel Wahrscheinliches an sich haben.

III. Chromsäure (Chromperoxyd). Diese letzte Oxydationsstufe des Chrom-Metalls war seit seiner

Entdeckung lange das Ziel der Bemühungen vieler Chemiker.

Vauquelins Chromsäure. Der Erste, welcher die Existenz der Chromsäure bekannt machte, war Vauquelin. Er verschaffte sich diese anfangs aus dem sibirischen rothen Bleyerze.

A. Mittelst Kochen dieses fein gepulverten Minerals mit drey Theilen kohlensaurem Kali in 40 Theilen Wasser, Abscheidung des entstandenen kohlensauren Bleyes von der gelbgefärbten Auflösung des chromsauren Kali's durch Filtriren und Versetzen dieser Auflösung mit Salpetersäure im Ueberschusse, wodurch sich diese mit dem Kali verband, die ausgeschiedene Chromsäure aber durch ihre dunkel gelbrothe Farbe sich in der Auflösung zu erkennen gab.

Später verfuhr Vauquelin folgender Massen:

B. Der rothe Bleyspath wurde mit Salzsäure gekocht, wobey Chlorgas entwickelt, und salzsaures Bley gebildet wurde. Die überstehende Flüssigkeit nahm bey diesem Verfahren eine schön grüne Farbe an, das Ganze wurde hierauf zur Trockene gebracht. Um nun das salzsaure Bley von der Chromsäure zu trennen, wurde der trockene Rückstand mit Alkohol übergossen, dieser nahm die Chromsäure auf, während das salzsaure Bley unaufgelöst zurückblieb und aus der Auflösung erhielt Vauquelin durch Krystallisation seine Chromsäure in Gestalt langgezogener rubinrother Prismen. Nach Mussin Puschkin krystallisirt diese Chromsäure langsam in achtseitigen

Pyramiden, oder genauer in doppelt vierseitigen Pyramiden mit vier Zuspitzungen und zwey Zuschärfungen; schnell krystallisirt sie in sechsseitigen Tafeln mit drey grossen und drey kleinen Seiten; auch in Prismen, Polyedern und linsenartig, von Rubin- oder Granatfarbe, gegen das Licht amethystfarben. Spätere Versuche haben jedoch bewiesen, dass keine dieser Krystallisationen Chromsäure viel weniger reine Chromsäure war.

Richters Chromsäure. Schon Richter fand diese beyden Verfahrungsarten nicht zureichend, da in der ersten nicht bloss Chromsäure ausgeschieden werde, in der zweyten aber die leicht im Ueberschusse zugesetzte Salzsäure einen Antheil Chromsäure ausscheide, und ein mit chromsaurem Bley und Chromsäure krystallisirendes Salz darstelle, welches Vauquelin für reine Chromsäure nahm und aus der er durch Reduction Metallkorn erhielt. Er glaubte daher durch folgendes Verfahren reine Chromsäure zu erhalten. (Richters neuere Gegenst. d. Chemie St. X. p. 58).

Der mit Wasser fein geriebene rothe Bleyspath wird noch feucht mit Salzsäure digerirt, und mit dem unaufgelösten Rückstande so lange fortgefahren, als die Salzsäure vermögend ist etwas aufzulösen. Die grüne Flüssigkeit wird vom entstandenen salzsauren Bley abgegossen, der Rückstand gut ausgelaugt und die Flüssigkeit zur Syrupsdicke abgedampft, dann mit starkem Alkohol übergossen; dieser löst das salzsaure

Chrom mit Zurücklassung des salzsauren Bleyes auf. Der Alkohol wird nun bis zur Syrupsdicke der Flüssigkeit abgezogen, diese mit reinem Wasser verdünnt, und so lange kohlensaures Kali zugesetzt, als sich ein blaugrüner lockerer Niederschlag ausscheidet. Dieses grüne Salz löst sich bis auf eine geringe Menge in Salzsäure auf, die Auflösung wird mit salpetersaurem Silber zu Hornsilber zerlegt, die rückständige Flüssigkeit abgedampft und geglüht, so dass die Salpetersäure des angewandten Silbersalzes entweicht, dann mit Kalilösung zusammengemischt, welches unter Gelbwerden der Flüssigkeit chromsaures Kali bildet, und der bey dieser Operation unauflösliche schwarzgraue nochmahls geglühte Rückstand war es, den Richter zur Bereitung seiner Chromsäure mit sechs Theilen Salpeter in Fluss brachte, und so lange im Feuer erhielt, als sich Salpetergas entwickelte, wobey die Salpetersäure das Chromoxyd in Chromsäure verwandelte, die sich dann mit dem Kali des Salpeters zu chromsaurem Kali verband.

Die erhaltene Masse wurde nun im Wasser ausgelaugt, und die gelbe Auflösung, nachdem sie mit Salpetersäure neutralisirt worden, durch salpetersaures Silber gefällt, das erhaltene chromsaure Silber ausgelaugt und durch verdünnte Salzsäure behutsam zerlegt. Das Hornsilber wurde nun als weisser Niederschlag ausgeschieden, und die gelbe überstehende Flüssigkeit war die verlangte Chromsäure, welche

abgedampft röthlich wurde, und in wohlverstopften Gläsern in pyramidaler Gestalt krystallisirte.

Die auf diese Art erhaltene krystallisirte Chromsäure löste sich leicht im Wasser auf, indem sie schon an der Luft zerfloss; wurden einige Tropfen schwacher Salzsäure darauf gebracht, so löste sie sich zum Theil auf, der Rest aber wurde weiss und war Hornsilber, die übrige nicht krystallisirte Säure stellte zur Trockene gebracht ein blutrothes Pulver dar, welches schnell an der Luft zerfloss, und wenig sauer schmeckte. Sie löste sich in Alkohol auf und diese Lösung zur Trockene gebracht, stellte dasselbe Oxyd dar, welches Richter zur Glühung mit Salpeter anwandte.

Da das chromsaure Silber ein im Wasser auflösliches Salz ist, so mochte die auf diese Art erhaltene Chromsäure dasselbe wohl enthalten haben und dadurch zum Krystallisiren bestimmt worden seyn. Auch ich erhielt einmahl ein auf diese Art roth krystallisirtes Salz, überdiess führt er ja selbst die Reaction auf Salzsäure an. Diese Richter'sche Chromsäure war demnach auch keine reine Chromsäure.

Brandenburg bemühte sich im Jahre 1812 zu zeigen, dass es:

1. Keine Chromsäure gebe, und sagt: Das was man mit dem Nahmen Chromsäure belege, sey eine Verbindung des von ihm angenommenen gelben Oxyds mit einer der bekannten Mineralsäuren.

2. Dass das rothe Bleyerz eine Verbindung des gelben Chromoxyds mit Bleyoxyd sey.
3. Dass das sogenannte chromsaure Kali eine Verbindung von gelbem Chromoxyd und kohlensaurem Kali sey.
4. Dass das chromsaure Silber ebenfalls eine dreyfache Verbindung von Silberoxyd, Chromoxyd im Maximo der Oxydation und Salpetersäure sey.
5. Nimmt er seinen Versuchen zu Folge a. ein perlfarbenes, b. ein grünes, c. ein gelbes Oxyd an. (S. Schweig. Journ. f. Chem. u. Phys. Neue Folge B. XIII. p. 274. Scherers nord. Blätt. B. I. p. 190).

Dr. Meissner zu Halle widerlegte jedoch diese Versuche hinreichend. (Gilberts Ann. B. LX. Neue Folge B. XXX. p. 366.) Er zeigte in dieser Abhandlung:

1. Dass die von Brandenburg in Zweifel gezogene Chromsäure eine wahre Metallsäure sey, keineswegs aber eine Verbindung von gelbem Chromoxyd mit einer der bekannten Mineralsäuren.
2. Dass es kein perlfarbenes Chromoxyd gebe, sondern dass das was Brandenburg für ein solches ansah, sich als kohlensaures Chromoxydul erweise.
3. Dass das von Brandenburg angegebene gelbe Oxyd nicht bestehe, und durch dessen unwahrscheinliche Existenz die der Chromsäure noch nicht wegfalle.

Auch Professor Doebereiner bewies in einer Abhandlung (Schweig. B. XXII. p. 476) die Existenz

der von Brandenburg in Zweifel gezogenen Chromsäure.

Indessen hat Brandenburg doch das Verdienst der Erste zu seyn, welcher aufmerksam machte, dass die Chromsäure bis jetzt nicht rein dargestellt worden sey, und dass auch die daraus entstehenden chromsauren Salze nicht reine Verbindungen von Chromsäure und der Base seyen, sondern noch eine andere Säure, meist Salpetersäure enthalten.

Da für und wider die Existenz der Chromsäure von den Chemikern so viel gesagt wurde, hielt ich es für nöthig mich durch eigene Versuche von ihrem Vorhandenseyn zu überzeugen.

Ich verschaffte mir mittelst Glühen des Chromeisensteins mit Salpeter eine hinreichende Menge von reinem krystallisirten alkalisch chromsauren Kali, zerlegte diess durch salpetersauren Baryt zum chromsauren Baryt und schied durch Zusatz von Schwefelsäure die Chromsäure aus.

Dem stoechiometrischen Verhältnisse zu Folge erfordern 100 Theile chromsauren Baryts 38,362 Theile concentrirter Schwefelsäure zur Bildung des Schwerspathes.

Ich behandelte 2000 Gr. chromsauren Baryts, der vorher mit Wasser angerieben wurde, auf diese Art kalt mit 767,240 Gr. conc. Schwefelsäure, liess diesen orangegelb aussehenden Brey, der bey dem Zusatze der Schwefelsäure ziemliches Aufbrausen und Erhitzen verursachte, ein Paar Tage unter öfterem

Umrühren stehen, laugte dann den entstandenen Schwerspath bis zur Entfärbung mit reinem Wasser aus und dampfte die erhaltenen intensiv gelb gefärbten ziemlich sauer schmeckenden Laugen bis zur Trockene im Sandbade ab, in welchem Zustande sich zu meiner Verwunderung eine bedeutende Menge salpetersaurer Dämpfe entwickelte. Das Erhitzen wurde bis zur Entweichung dieser Dämpfe fortgesetzt, endlich die Säure wieder in Wasser aufgelöst und langsam bis zur Syrupsdicke abgedampft. Nach langer Zeit sonderte sich eine braune griesige Substanz ab, welche im Wasser unauflöslich war, und getrocknet und durch Absüssen gereinigt 106 Gr. eines lichtbraunen Pulvers darstellte, welches ich für salpetersaures Chromoxyd betrachten musste, da 10 Gr. desselben in einem Tiegel geglüht, deutlich salpetersaure Dämpfe entwickelten und nach völligem Entweichen dieser Dämpfe 7,5 Gr. eines eisenschwarzen Pulvers darstellten, welches Chromoxyd war.

Die abgesonderte saure Flüssigkeit wurde nochmahls mit Wasser verdünnt und abgedampft, da ich aber auch diessmahl keine Krystalle erhalten konnte, nahm ich neuerdings 12 Unzen chromsauren Baryts in Arbeit, zerlegte diesen durch die dem Verhältnisse des vorigen Versuches entsprechende Menge conc. Schwefelsäure, stellte die syrupsdicke Flüssigkeit gleich zum Krystallisiren hin, konnte aber auch jetzt keine Krystalle erhalten.

Um nun zu erfahren ob, wie zu vermuthen war, die im vorstehenden Versuche bemerkte Entwicklung der Salpetersäure vom Glühen des Chromerzes mit Salpeter herrühre, mithin entweder dieselbe als vollkommene Säure, oder statt derselben eine niederere Oxydationsstufe des Stickstoffs in der Säure des rein krystallisirten chromsauren Kali's enthalten gewesen, und somit auch in den daraus gebildeten chromsauren Baryt übergehen musste, nahm ich ein anderes chromsaures Salz, welches wie der Baryt aus demselben chromsauren Kali durch doppelte Wahlverwandtschaft erhalten worden, in Untersuchung.

50 Gr. getrocknetes chromsaures Silber, welches ich mir durch Zerlegung von alkal. chromsaurem Kali mit gesättigtem salpetersaurem Silber verschaffte, wurden in eine kubisch bemessene mit Thon beschlagene Glasretorte gebracht, diese mit dem pneumatischen Quecksilberapparate in Verbindung gesetzt, und im Reverberirofen anfangs langsam, dann bis zum zweystündigen Rothglühen erhitzt. Es wurden 16,5 Kubikzoll Gas erhalten, in der Retorte blieb das Silber zu Metallkorn und die Chromsäure zum Oxydul reduzirt. Die Retorte war von Innen theils gelb theils grün angegriffen. Zur Prüfung der Gasart wurden nach und nach kleine Stückchen Phosphor zur Absorption des Sauerstoffs in die Glocke gebracht, und die Gasmenge betrug nach Vollendung der Absorption 9,5 Kubikzoll, nachdem sie sich durch sechs Tage nicht

mehr verminderte. Die erhaltene rückständige Gasart war demnach Azot. Dieser Versuch, welcher nochmahls wiederhohlt, sich beynahe gleich verhielt, schien mir die vorberührte Vermuthung zu bestätigen, so wie nicht minder die stäts erscheinenden salpetersauren Dämpfe, wenn irgend ein chromsaures Salz oder Metalloxyd mit Schwefelsäure in Berührung gebracht werden.

Um indess hierüber eine grössere Gewissheit zu erlangen, und eine stickstofffreye Chromsäure zu erhalten, unternahm ich folgende Versuche:

Ich mischte 200 Theile rohen Chromeisensteins gepulvert mit gleichen Theilen Aetzkali, brachte das Gemisch in einen hessischen Tiegel und setzte es eine Stunde hindurch starker Glühhitze aus. Nach dem Erkalten hatte die Masse eine schön pistaziengrüne Farbe, wog 346 Theile; die Auflösung war concentrirt grasgrün, verdünnt goldgelb. Nachdem die Flüssigkeit durch Absetzen und Filtriren gereiniget worden, wurde sie, um alle Salpetersäure ausser Berührung zu setzen, mit essigsaurem Baryt übersättigt, der Niederschlag war strohgelb 171 Th. wiegend. Diese Menge wurde nun mit der entsprechenden Menge Schwefelsäure zerlegt, die erhaltene gelbe Flüssigkeit zur Syrupsdicke abgeraucht, in ein verschlossenes Fläschchen gegeben und so stehen gelassen. Nach langer Zeit bemerkte ich Krystalle am Boden des Fläschchens; ich nahm sie behutsam heraus, trocknete sie ab und erhielt so rubinrothe mehr

gegen die Farbe des Granats sich neigende deutlich krystallisirte Octaeder, welche sich als saures schwefelsaures Chromoxydul erwiesen. Dürften die von Richter und Vauquelin erhaltenen so krystallisirten Säuren nicht auch solche saure Chromoxydul-Salze gewesen seyn?

Bey der auf diese Art erhaltenen Säure waren, wie vorauszusehen, beym Erhitzen keine salpetersauren Dämpfe zu bemerken, auch war ihr Aussehen im flüssigen Zustande etwas ins Olivengrünliche, und ein Tropfen auf Linnen oder weisses Flusspapier gebracht, verursachte eine grüne Farbe.

Auf dieselbe Art behandelte ich 200 Th. desselben Chromeisensteins mit 400 Th. Aetzkali; die diessmahl viel schwächer gelb gefärbte Auflösung mit essigsaurem Baryt übersättigt, gab vollkommen getrocknet 252 Th. eines nur mit einem Stich ins Gelbe weissen Pulvers, der unzersetzte Rückstand wog 351,5 Theile. Diese Menge mit etwas weniger Schwefelsäure, als das stoechiometrische Verhältniss fordert, zerlegt, gab eine weisse Flüssigkeit, die durch Abdampfen concentrirt eine dicke gelbliche Flüssigkeit darstellte, welche wenig sauer reagirte, und die der Chromsäure zukommenden Eigenschaften nur im geringen Grade besass.

Da diese zwey letzten Versuche nicht gänzlich genügende Resultate gaben, so entschloss ich mich statt des Chromerzes ganz reines Chromoxydul mit Aetzkali zu behandeln, und mischte daher 50 Gr.

des erwähnten grünen Oxyduls mit 100 Gr. Aetzkalis, füllte damit einen Platintiegel zur Hälfte, verschloss ihn genau, glühte scharf durch, löste die erhaltene Masse im Wasser auf, aber die Lauge war wenig gelb gefärbt, und der grüne Rückstand völlig unzerlegtes Chromoxydul. Ich wiederhohlte daher den Versuch mit der Abänderung, dass diessmahl der Tiegel ganz unbedeckt blieb. Nach kurzem Glühen gerieth die Masse in dunkelgelb gefärbten Fluss, und löste sich nach dem Auskühlen im Wasser, bis auf einen Rückstand von 4 Gr. eines perlfarbenen Pulvers, zu einer gesättigt gelben chromsauren Kaliauflösung auf.

Die erhaltene Lösung reagirte auf Kohlensäure; ich entzog ihr diese durch behutsamen Zusatz von Kalkwasser, welches die klare Flüssigkeit nur trübte, keineswegs aber zerlegte. Nach vollkommener Abscheidung des geringen weissen Niederschlags fällte ich die klare Lösung mit reinem Barytwasser, es bildete sich der bekannte strohgelbe Niederschlag des chromsauren Baryts, welcher vollkommen getrocknet 79,5 Gr. wog. Ich zerlegte 50 Gr. dieses chromsauren Baryts mit 15 Gr. Schwefelsäure, um vor Verunreinigung mit dieser ganz sicher zu seyn, während das stoech. Verhältniss beynahe 20 Gr. derselben erfordert, rauchte die sauer reagirende Flüssigkeit zur Syrupsdicke ab, konnte aber durchaus keine Krystalle erhalten. Es musste in diesem Versuche die Entstehung der Chromsäure nothwendig

durch das Oxygen der atmosphärischen Luft bedingt worden seyn, widrigenfalls sich die Operation im verschlossenen Raume eben so verhalten haben würde.

Die vorliegenden Versuche über Chromsäure beweisen demnach:

1. Dass die durch Glühen mit Salpeter sich bildende Chromsäure wenigstens die Elemente der Salpetersäure, wenn nicht diese selbst enthalte.
2. Dass aber durch Glühen des Chromeisensteins oder Chromoxyduls mit Aetzkali eine reine stickstofffreye Chromsäure gebildet werde.

Die stickstofffreye Chromsäure erscheint im flüssigen Zustande, je nachdem sie mehr oder weniger concentrirt ist, als eine syrupsähnliche Flüssigkeit von rothbrauner Farbe; wird sie zur Trockene gebracht, so stellt sie eine dunkelbraune glänzende Masse mit einem Stich ins Stahlgrüne dar, krystallisirt aber nicht, löst sich im Wasser leicht und vollständig zu einer dunkelorange gelben Flüssigkeit auf, die sich mit den Alkalien zu chromsauren Salzen verbindet.

Die stickstoffhältige Chromsäure ist ebenfalls unkrystallisirbar, hat im flüssigen Zustande eine dunkel rothbraune, im trockenen eine gelb- oder rothbraune Farbe, zerfliesst in letzterer Gestalt sehr bald, und ist daher im Wasser leicht auflöslich. Sie verbindet sich übrigens wie die stickstofffreye Säure mit den Alkalien, und diese ist es, welche in den im Handel vorkommenden chromsauren Salzen enthalten ist. Sie hat einen sauren metallisch zusammen-

ziehenden Geschmack, stark färbende Kraft und hinterlässt auf der menschlichen Haut mehrere Tage hindurch einen gelben Flecken.

Sie wird zersetzt:

1. Durch gelindes Erhitzen zu Chromoxyd, durch stärkeres Erhitzen zu Chromoxydul, diess geht bey stickstoffhältiger mit Entwicklung von salpetersauren Dämpfen vor sich.
2. Durch Erhitzen mit Kalium oder Sodium, wobey die Desoxydation (nach Gay-Lussac) bis zum Metall unter Lichtentbindung vor sich gehen soll.
3. Durch Kohle wobey die Reduction zu Metall (nach Vauquelin) statt finden soll.
4. Durch Erhitzen mit schwefliger Säure, bey deren geringerem Verhältnisse Oxyd, bey grösserem Verhältnisse Chromoxydul entsteht, welches sich mit der zugleich entstandenen Schwefelsäure verbindet.
5. Durch Digestion mit Salzsäure, wobey unter Entweichung von Chlorgas salzsaures Chromoxydul entsteht.
6. Durch Hydrothionsäure, wobey sich unter Ausscheiden von Schwefel, Wasser und Chromoxydul bilden.
7. In Berührung mit organischen Substanzen, wobey sie einen Theil Sauerstoff verliert, und zu Chromoxydul reduzirt wird. Z. B. durch Digestion mit Alkohol; bey Ansaugen von Flusspapier, und diess besonders durch Einwirkung des Lichtes u. s. w.

Verbindungen der (durch Glühen des Chromerzes mit Salpeter erhaltenen) Chromsäure.

Die Chromsäure bildet mit den andern Körpern theils leicht auflösliche krystallisirbare alkaleszirende oder saure Salze, theils sehr verschieden gefärbte im Wasser entweder schwer oder ganz unauflösliche Verbindungen, welche grösstentheils durch gegenseitige Zerlegung eines auflöslichen chromsauren Salzes mit andern Salzen gebildet werden. Mit den Säuren aber bildet die Chromsäure Doppelsäuren, welche in einigen Fällen desoxydirend auf die erstere wirken, und dann Verbindungen der angewandten Säure mit einem niederern Chromoxyde darstellen.

Chromsäure mit Wasser. Die Chromsäure verbindet sich mit dem Wasser in jedem Verhältniss, und da wir dermahlen die Chromsäure nur im flüssigen Zustande kennen, so ist diese als das Chromsäurehydrat zu betrachten. Bey der Verdünnung mit Wasser scheidet sich nach Massgabe der bey der Bereitung der Chromsäure angewandten Hitze immer eine verhältnissmässige Menge Salpetersäure hältigen braunen aber ungleich schattirten Chromoxyds aus.

Chromsäure mit Kali. Die Chromsäure verbindet sich mit dem Kali als krystallisirbares Salz in zwey Verhältnissen und zwar: 1. als alkalisch reagirendes, 2. als sauer reagirendes Salz.

Das alkalisch reagirende chromsaure

Kali erhält man am reinsten durch ünmittelbare Zusammensetzung und Sättigung der Chromsäure mit Aetzkali. Die Aetzkalilösung nimmt bey Zusatz der Chromsäure sogleich eine gesättigt gelbe Farbe an, es scheidet sich eine bedeutende Menge braunen Chromoxyds aus, und wird die neutral reagirende Flüssigkeit abgedampft, so erhält man zuerst ein dunkel orangefarbenes in leichten Blättchen krystallisirendes sauer reagirendes Salz, welches von dem durch Erhitzen ausgeschiedenen Chromoxyd an einigen Stellen etwas schmutzig orangefarben aussieht, sodann krystallisirt bey fortgesetztem Abdampfen ein hell citronengelbes alkalisch reagirendes Salz aus der Auflösung, welches das verlangte chromsaure Kali ist.

Nie war ich im Stande bey so viel angestellten Versuchen ein krystallisirtes auf Probepapiere sich ganz neutral verhaltendes Salz zu erhalten. Viele Chemiker führen dieses Salz als neutrales chromsaures Kali auf, ohne der Reaction zu gedenken.

Ich werde in der Folge, da die Chromsäure mit Alkalien stets die erwähnten beyden Salze bildet, mich des Ausdruckes: alkalisches und saures Salz bedienen. Schon früher hatte ich diese Eigenschaft bey dem chromsauren Kali bemerkt, als mir Hr. Tassaert Sohn (in Ann. de Chimie 1823 übersetzt in Tromdorffs Neu-Journ. d. Pharm. B. VIII. St. 1. p. 199) mit einer weitläufigen Abhandlung über diesen Gegenstand zuvor kam.

Am vortheilhaftesten bereitet man sich alkalisch

chromsaures Kali durch Glühen des in der Natur häufig vorkommenden Chromeisensteins mit Salpeter, welcher nebst Eisen- und Chromoxydul nur eine geringe Beymischung von Thon und Kieselerde enthält. Man mengt zwey Theile dieses geschlemmten und fein gepulverten Minerals mit einem besser zwey Theilen Salpeters, und glüht die Mischung in einem Graphit-Schmelztiegel nach Massgabe der angewandten Menge einige Stunden anhaltend durch. Ohne merkliches Aufbrausen wird hier durch die Salpetersäure des Salpeters das Chromoxydul in Säure umgewandelt, welche dann mit dem freywerdenden Kali in Verbindung tritt, und so das chromsaure Kali bildet.

Die Masse sieht nach dem Glühen etwas grünlich gelb aus, und gibt beym Auslagen mit reinem Wasser schön goldgelbe Auflösungen, welche immer alkalisch reagiren, und diese Laugen sind es, welche die Chemiker stets mit Salpetersäure neutralisirten, um den geringen Antheil der Erden, welche die Verbindung eingehen, auszuscheiden.

Und gerade dieser Handgriff ist est, der das chromsaure Kali mit saurem chromsauren Kali und Salpeter verunreinigt.

Man glühe das obige Gemenge nur bis zur völligen Zerlegung des Salpeters durch, lasse die erhaltenen gelben Laugen vollkommen abklären, wodurch sich schon ein Antheil fremder Erden ausscheidet, filtrire und krystallisire das erhaltene Salz mehr-

mahl um, und man wird gewiss reines alk. chromsaures Kali erhalten, und die fremdartigen Erden werden in der Mutterlauge und am Filter zurückbleiben. Der nebst den gelbgefärbten Laugen braune Rückstand kann nun mit verdünnter Salzsäure zur Abscheidung des Eisens digerirt werden, das zurückbleibende unangegriffene aber, welches noch unzerlegtes Chromerz ist, wieder mit der entsprechenden Menge Salpeters geglüht, und auf diese Art fortgefahren werden, bis alles Chromerz zerlegt ist.

Sollte bey nicht vollständiger Zerlegung des Salpeters beym Glühen das erhaltene chromsaure Kali mit Salpeter verunreinigt seyn, so glühe man es und werfe so lange Kohlenpulver in dasselbe, als es verpufft, laugt man dann die erhaltene Masse aus, so erhält man bloss alk. chromsaures Kali, und es scheidet sich etwas grünes Chromoxydul aus, welches bey 10 Gr. 0,05 Gr. beträgt. Um aber den Salpeter nicht zu verlieren, kann man das damit verunreinigte Salz auch mit neuem Chromerze glühen.

Man erhält nach einigen Chemikern das alkalisch chromsaure Kali auch durch Behandlung von Chromoxydul mit doppelter Menge von oxychlorinsaurem Kali in hoher Temperatur, wobey unter Zersetzung der Oxychlorinsäure Chromsäure gebildet wird, die sich dann mit dem Kali zum alk. ckromsauren Kali verbindet.

Dieselbe Verbindung erhält man auch durch Glühen von Chromoxydul oder Chromeisenstein mit

Aetzkali. Indessen werden die Resultate dieser letzten drey Verfahrungsarten aus bey der Chromsäure erwähnten Gründen nicht dieselben seyn, wie bey Anwendung des Salpeters.

Bey Bereitung des chromsauren Kali's im Grossen zum Fabriksgebrauch wird der gepulverte Chromschlich mit Salpeter und Pottasche geglüht, und diess so lange mit dem jedesmahligen Rückstande fortgesetzt, als das Erz durch die dadurch verursachte gelbe Farbe beym Auslaugen eine Reaction erkennen lässt.

Das reine alkalisch chromsaure Kali ist citronengelb, bleibt an der Luft unverändert, und wird nur in feuchter Luft etwas abfärbend. Nachdem die ersten Krystallisationen, welche vielleicht noch mit unzerlegtem Salpeter verunreinigt seyn können, die man jedoch leicht durch ihre lichtere Farbe, länglichte von der des chromsauren Kali's ganz verschiedenen Krystallgestalt, endlich durch Verpuffen über Kohlen leicht unterscheiden kann, beseitiget sind, erhält man durch sehr langsames Abdampfen schöne Krystalle.

Will man grosse Krystalle erhalten, so verfährt man am besten, wenn man die ganz klare Lauge im Sandbade so weit abdampft, bis sich an den Wänden der Abrauchschale eine gelbe Salzrinde bildet, welche übrigens die Eigenschaft besitzt über die Ränder der Abrauchschale herauszusteigen. Nach dem Erkalten wird die Flüssigkeit von der erhaltenen Salz-

rinde und den vielleicht ausgeschiedenen Erden klar abgegossen, in einer Porzellanschale bis beynahe zum Siedepunct erhitzt, und dann an einem trockenen Orte sammt der Sandkapelle dem langsamen Auskühlen und Abrauchen an der Luft überlassen.

Nach mehreren Tagen erhielt ich auf diese Art ziemlich grosse Krystalle von lebhaft citronengelber Farbe und starkem Glanz, welche bey verschiedenen Wendungen gegen das Licht grün, roth, blau irisirten.

Die so erhaltenen Krystalle sind sechsseitige Säulen mit sechsseitiger Zuspitzung, auch gedrückte sechsseitige Säulen, auch statt der Zuspitzung eine Abstumpfung, so dass statt der Endspitze eine sechsseitige Tafel vorhanden ist, und zwischen der Endfläche und Seitenfläche wieder eine neue Fläche die beyden vorigen verbindet.

Die Primitiv - Form ist das schiefe Prisma mit Rhomben-Grundfläche; die Seitenflächen stossen unter Winkeln von 101 und 79 Graden zusammen. Die schärferen Kanten von 79 Graden sind abgestumpft, die Abstumpfungsflächen bilden mit den Primitivflächen einen Winkel von 120 Graden.

Dieses Salz hat eine so stark färbende Kraft, dass nach Thomsons Versuchen ein Theil desselben 40000 Theile Wassers merklich gelb färbt. Es hat einen herbmetallischen Geschmack, der lange im Munde anhält. Ich fand die Auflöslichkeit im kalten und heissen Wasser von geringer Differenz. 12 Theile dieses

Salzes bedürfen 21 Theile Wassers von + 14° Reaum. Temp. oder kürzer im Verhältniss von 4 Salz zu 7 Wasser. Siedenden Wassers brauchen 12 Th. Salz 20 Th. oder abgekürzt wie 3 zu 5.

Die Auflösung im kalten Wasser geht mit einer beträchtlichen Verminderung der Temperatur vor sich, und zwar bemerkte ich bey zwey Pfund chroms. Kali's in 4 Pfund Wasser von + 14° Reaum. Temp. eine Verminderung bis auf + 6° R. Bey 3 Unzen chrs. Kali in 6 Unz. Wasser von + 6° R. bis auf + $\frac{1}{4}$° R. Bey 1 Loth chrs. Kali in 2 Loth Wasser von 0° R. welche Temperatur mit Schnee und Salmiak bewirkt wurde, auf — 4° R.

Werden die Krystalle erhitzt, so färben sie sich dunkel orangefarben, beynahe ins Roth, nehmen aber beym Erkalten wieder ihre vorige Farbe an; werden sie auf eine glühende Kohle gebracht, so springen sie unter Rothwerden und Knistern ab. Dasselbe ereignet sich wenn sie in einem Tiegel erhitzt werden, so dass, wenn die Temperatur einen gewissen Grad nicht übersteigt, das ganze Salz herausspringt. Es schmilzt endlich bey höherer Temperatur unter Spritzen und wolkenähnlichem Fluss ohne zerlegt zu werden.

Auflösungen von alk. chromsaurem Kali in Wasser gaben in folgenden Verhältnissen bey + 14° R. nachstehende spezifische Gewichte:

alk. chroms. Kali.	Wasser.	Spec. Gew.
1 Theil	2 Theile	= 1,280
1 —	3 —	= 1,210
1 —	4 —	= 1,180
1 —	5 —	= 1,150
1 —	6 —	= 1,120
1 —	7 —	= 1,110
1 —	8 —	= 1,100

Dieses Salz ist im Alkohol unauflöslich. Die Säuren zerlegen es zum Theil, indem sich diese mit einem Antheil Kali verbinden, während die Chromsäure unter Dunkelfärbender Flüssigkeit saures Salz bildet.

Die Reactionen des alk. chromsauren Kalis findet man in der Folge unter den chromsauren Salzen, welche grösstentheils aus dem ersteren durch doppelte Wahlverwandtschaft mittels anderer Salze erhalten werden, und am Ende unter: Anwendung des Chroms.

Das saure chromsaure Kali erhält man am reinsten durch Sättigung des alk. chromsauren Kali's mit Chromsäure, Abscheiden des bey dieser Operation häufig entstehenden Chromoxyds durch Filtriren, Abdampfen der Flüssigkeit und Krystallisiren, wo zuerst das saure chromsaure Kali als orangefarbenes Salz herauskrystallisirt. Setzt man die Krystallisation fort, so erhält man wie gesagt citronengelbes alk. chromsaures Kali. Man erhält dasselbe Salz auch

durch Sättigung des alk. chromsauren Kali's mit beynahe jeder Säure. Es scheidet sich in dem Masse als eine concentrirte Auflösung dieses Salzes durch Zusatz von was immer für einer Säure neutraler wird, immer eine bestimmte Quantität eines hoch orangefarbenen glänzenden Salzes aus, welches saures chromsaures Kali ist, unter der Vergrösserung dünne rhomboidale Blätter darstellt, und früher von einigen Chemikern für Chromsäure auch für Chromoxyd gehalten wurde, besonders, da es manchmahl beynahe pulverig ausgeschieden wird.

Ich verschaffte mir auf diese Art saures chromsaures Kali durch Sättigung von alk. chromsaurem Kali mit Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Essigsäure; und die Resultate jedes Versuches waren sich ganz gleich.

Raucht man die gesättigte klare Flüssigkeit ab, so erhält man zuerst saures chromsaures Kali, dann das citronengelbe alkalische Salz, welches aber grösstentheils mit dem durch den Zusatz der Säure entstandenen Kalisalze verunreinigt ist. Uebersättigt man das alk. Salz stark mit einer Säure, so erhält man beynahe bloss saures Salz, und das neue entstandene Kalisalz; verfährt man auf diese Art mit Schwefelsäure und raucht die beynahe rothe Flüssigkeit nur an der Luft ab, so erhält man die deutlichsten Krystalle.

Es krystallisirt dann in rhomboidalen Tafeln auch in gedrückten vierseitigen Säulen oder Parallelepi-

peden mit schiefen Endflächen von lebhaftem orangefarben bis ins Morgenroth.

Es bleibt an der Luft unverändert, hat einen metallisch herben Geschmack, löst sich in 10 Theilen Wasser von + 15° R. auf, ist jedoch im Alkohol unauflöslich. Es schmilzt leicht zu einer schwarzen porösen Masse, welche im Wasser eine gelbe Auflösung gibt, die jedoch einen grossen Theil Chromoxyd fallen lässt, indem die überschüssige Säure desoxydirt und bey anhaltendem Glühen bis zum Oxydul gebracht werden kann. Seinen Reactionen zu Folge verhält es sich grösstentheils wie das alkalische Salz.

Chromsäure mit Natron. Das chromsaure Natron zeigt bey seiner Bereitung weit grössere Schwierigkeiten, als man a priori erwarten sollte. Ich unternahm folgende Versuche:

16 Loth Chromeisenstein wurden mit der Hälfte ihres Gewichtes salpetersauren Natrons 4 Stunden geglüht, die Aussüsswässer waren schön gelb gefärbt, die Farbe war jedoch nicht hinreichend gesättigt, um eine eben so grosse Menge Chromeisensteins zerlegt zu haben, als unter denselben Bedingungen der Salpeter zerlegt haben würde. Diese Färbung war aber nur mit heissem, keineswegs kaltem Wasser zu bezwecken. Die Reactionen waren alle viel schwächer und die Farben der Niederschläge durchaus viel blasser und schmutziger, als beym alk. chromsauren Kali. Die gelbgefärbten Laugen

wurden abgeraucht, waren aber nicht zum Krystallisiren zu bringen, sondern stellten eine dicke Flüssigkeit dar. Da diess Resultat nicht genügend war, behandelte ich 16 Loth Chromeisenstein mit der Hälfte ihres Gewichtes ätzenden Natrons. Die Laugen waren diessmahl gesättigt gelb, gaben aber zur Krystallisation gebracht, blass gelbe blättrige auch säulenförmige Krysalle, welche an der Luft verwitterten, beynahe weiss wurden und aus chromsaurem und kohlensaurem Natron bestanden.

Ich versuchte nun durch unmittelbare Zusammensetzung aus Aetznatron und Chromsäure dieses Salz zu bereiten, und erhielt auf diese Art unter Ausscheidung von Chromoxyd zweyerley Salze: 1. ein weingelbes alkalisches und 2. ein hyacinthrothes saures, beyde vollkommen durchsichtig; da diese aber nicht deutlich genug waren, so löste ich sie wieder auf, rauchte langsam ab und erhielt beyde Salze schön krystallisirt.

Das alkalisch chromsaure Natron krystallisirt in vierseitigen Säulen mit rechteckiger Grundfläche und schief aufgesetzter Endfläche, die schiefe Endfläche auf eine der breiteren Seitenflächen aufgesetzt. Ferner dieselbe vierseitige Säule, wobey die obere Kante, welche zwischen der schiefen Endfläche und der breiten Seitenfläche liegt, durch drey Flächen ersetzt; die Kanten, welche zwischen der schiefen Endfläche und der schmalen Seitenfläche liegen, abgestumpft. Es ist von weingelber Farbe, voll-

kommen durchsichtig, bleibt an der Luft unverändert, und wird nur in feuchter Luft abfärbend, hat einen herb metallischen Geschmack, ist im Wasser leicht, in Alkohol schwer lösbar; die Theilbarkeit seiner Farbe ist etwas geringer als beym alk. chromsauren Kali.

Das saure chromsaure Natron bildet sich bey fortgesetztem Abdampfen der neutralisirten Lösung auf das zuerst krystallisirte alkalische Salz und krystallisirt in dünnen sechsseitigen Säulen mit Zuschärfungen an beyden Enden; seine Farbe ist hyazinthroth, es kommt übrigens in seinen Eigenschaften mit dem sauren chromsauren Kali überein.

Chromsäure mit Lithion. Das chromsaure Lithion (Lithon) erhält man durch Zerlegung des kohlensauren Lithions mit Chromsäure; die gelbe Lösung krystallisirt theils in Dendriten, deutlicher jedoch in orangegelben schiefen rhombischen Säulen, welche im Wasser leicht löslich sind. Wahrscheinlich entsteht hier auch ein alkalisches und saures Salz.

Chromsäure mit Baryt. Der (basisch) chromsaure Baryt stellt kein krystallisirbares Salz dar, sondern wird als ein hell strohgelber Niederschlag erhalten, so oft ein in Wasser auflösliches Barytsalz mit einem auflöslichen chromsauren Salze oder Chromsäure in Verbindung gebracht wird. Der Baryt scheidet sich dann seiner näheren Verwandtschaft zu Folge mit der Chromsäure verbunden aus.

Am besten wendet man zu diesem Zwecke den salpetersauren Baryt und alk. chromsaures Kali an; die Auflösungen müssen ziemlich verdünnt seyn, und der entstandene Niederschlag so lange mit reinem Wasser ausgelaugt werden, bis die Absüsswässer ganz ungefärbt erscheinen. Hat man zur Zerlegung salzsauren Baryt angewandt, so kann man die Aussüsswässer auf Salzsäure prüfen. 100 Gr. alk. chromsaures Kali geben auf diese Art scharf getrocknet 130,5625 bas. chromsauren Baryts.

Dieses Salz ist im Wasser und Alkohol unauflöslich, wird jedoch von der Salpetersäure vollkommen aufgelöst. An der Luft leidet es keine Veränderung, eben so wenig durch die Hitze und nur anhaltendes Glühen färbt es etwas dunkler gelb. Durch Schwefelsäure wird es zerlegt und bildet unter Ausscheidung von Chromsäure Schwerspath, der aber von der starkfärbenden Chromsäure immer gelb gefärbt erscheint, und dieses Salz ist es, welches am vortheilhaftesten zur Bereitung der Chromsäure angewendet wird.

Der saure chromsaure Baryt wird nach Dr. Meissner (Gilb. Ann. d. Phys. Neue Folge B. XXX. p. 370) erhalten, wenn der bas. chroms. Baryt mit weniger Schwefelsäure zerlegt wird, als zur gänzlichen Ausscheidung der Chromsäure nöthig wäre; es verbindet sich die ausgeschiedene Chromsäure mit dem noch unzerlegten Antheil zum sauren Salze, welches auflöslich ist; setzt man der Auflösung Aetz-

ammoniak zu, so wird neuerdings bas. chromsaurer Baryt ausgeschieden. Dieser Umstand ist es, der die Darstellung der reinen Chromsäure schwierig macht, denn wendet man zu wenig Schwefelsäure an, so ist die erhaltene Säure mit saurem chromsauren Baryt verunreinigt, wendet man zu viel Schwefelsäure an, so verunreinigt diese die Chromsäure.

Chromsäure mit Strontian. Der Strontian verhält sich mit der Chromsäure meinen Versuchen zu Folge wie der Baryt. Er wird eben so wie dieser durch Zerlegung eines auflöslichen chromsauren Salzes oder Chromsäure mit salzsaurem, salpetersaurem oder essigsaurem Strontian als ein im Wasser unauflösliches schwefelgelbes Pulver erhalten und kommt auch in seinen übrigen Eigenschaften dem chromsauren Baryt gleich.

Chromsäure mit Kalk. Der (wahrscheinlich saure) chromsaure Kalk wird nach John durch unmittelbare Zusammensetzung aus reinem Kalk und Chromsäure erhalten, er krystallisirt in gelbbraunen seidenglänzenden Schuppen und Tafeln, welche im Wasser leicht auflöslich sind. Dieses Salz wird durch kohlensaure Alkalien zerlegt und der kohlensaure Kalk ausgeschieden.

Das alk. und saure chromsaure Kali geben mit salzsaurem Kalk einen lichtgelben Niederschlag (wahrscheinlich das basische Salz.)

Chromsäure mit Talkerde. Die alkalisch chromsaure Talkerde (Bittererde) wird

durch unmittelbare Zusammensetzung aus Chromsäure und reiner Talkerde erhalten; durch langsames Abdampfen erhält man nebst dem ausgeschiedenen Chromoxyd das alkalische Salz in grossen topasgelben sechsseitigen Säulen, die sich leicht im Wasser auflösen.

Die saure chromsaure Talkerde krystallisirt in grossen orangefarbenen Krystallen.

Chromsäure mit Beryllerde. Die chromsaure Beryll-, Süss-, Glycin-, Smaragderde, erhält man durch Zerlegung der kohlensauren Beryllerde mit Chromsäure als eine gelbe Auflösung, welche nicht krystallisirt, sondern zu einer gummiähnlichen Masse eintrocknet. Behandelt man schwefelsaure Beryllerde mit Chromsäure, so erhält man ein dreyfaches Salz in efflorescirenden Dendriten (John).

Chromsäure mit Ittererde. Die chromsaure Ittererde erhält man ebenfalls (nach John) durch Zerlegung der kohlensauren Ittererde mit Chromsäure. Die neutrale Auflösung ist orangegelb, hat einen zusammenziehenden und stechenden Geschmack, krystallisirt in Würfeln und Säulen, welche im Wasser sehr leicht auflöslich sind.

Chromsäure mit Kieselerde. Die chromsaure Kieselerde erhält man durch Zusammenbringen von Chromsäure mit Kieselerdehydrat, wobey sie als eine gallertartige Masse niedergeschlagen wird, welche sich nach und nach zu rosenrothem im Wasser

unauflöslichen Pulver verdichtet, das unverändert die Hitze des Porzellanofens verträgt.

Chromsäure mit Ammoniak. Der chromsaure Ammoniak wird erhalten durch unmittelbare Sättigung des wässerigen Ammoniaks mit Chromsäure. Die dunkel gelbe neutrale Auflösung gibt, vorsichtig abgedampft, zuerst ein orangefarbenes in leichten Blättchen krystallisirendes sauer reagirendes Salz, sodann ein citronengelbes undeutlich krystallinisches alkalisch reagirendes.

Es bestätigt sich also auch bey dieser so leicht zersetzbaren Verbindung die Eigenschaft der Chromsäure sich mit den Alkalien in zwey Verhältnissen: als alk. und saures Salz, zu verbinden.

Der alk. und saure chromsaure Ammoniak bleiben an der Luft ganz unverändert, haben einen salzig stechenden Geschmack, lösen sich im Wasser leicht mit einer gesättigt gelben Farbe auf, werden aber durch wiederhohltes Auflösen und Abdampfen leicht zerlegt und Chromoxyd ausgeschieden.

Die Chromsäure verbindet sich mit den Metalloxyden nicht zu krystallisirbaren Salzen, sondern zu sehr verschieden gefärbten Niederschlägen, von denen aber viele im Wasser etwas auflöslich sind, denn nach 20 bis 30facher Ablution ist man oft nicht im Stande ungefärbte Absüsswässer zu erhalten. Man erhält sie gewöhnlich durch gegenseitige Zerlegung eines auflöslichen Metallsalzes mit einem auflöslichen chromsauren Salze, meistens alk. chroms. Kali. Die

meisten chromsauren Metalloxyde sind in Säuren auflöslich und die Auflösungen erscheinen oft mit grüner Farbe, in welchen dann die Chromsäure zum Oxydul zurückgeführt zu seyn scheint. Auch durch Glühen werden sie oft zerlegt, wobey die Oxyde der edlen Metalle ohne Zusatz reducirt werden.

Chromsäure mit Antimonoxyd. Das chromsaure Antimon- (Spiessglanz-) Oxyd erhält man im Wege doppelter Wahlverwandtschaft durch Zersetzung des alk. chroms. Kali's mit salzsaurem Antimonoxyd bey oftmahligem Auslaugen des Niederschlags als ein perlfarbenes Pulver.

Chromsäure mit Telluroxyd. Das chromsaure Telluroxyd (wahrscheinlich das saure) erhält man nach John durch unmittelbare Auflösung des Telluroxydes in Chromsäure als eine gelbe Flüssigkeit, welche nicht krystallisirt. Nach Erfahrungen anderer Chemiker erscheint es als ein gelbes Pulver (basisches Salz) welches durch Zerlegung von alk. chroms. Kali mit salpetersaurem Telluroxyd durch doppelte Verwandtschaft erhalten wird.

Chromsäure mit Goldauflösung. Lässt man alk. chromsaures Kali mit Goldlösung durch einige Zeit in Berührung, so entsteht eine grünliche Trübung, die nach mehreren Tagen als ein dunkelstahlgrüner Niederschlag herausfällt, ob dieser eine Verbindung mit Chromsäure, oder bloss Goldoxyd sey, ist noch unbestimmt.

Chromsäure mit Platinoxyd. Das chrom-

saure Platinoxyd erhält man im Wege doppelter Wahlverwandtschaft durch gegenseitige Zerlegung des alk. chroms. Kali's mit salzsaurem Platinoxyd als einen nach meiner Erfahrung schmutzig strohgelben, nach Thomson rothen Niederschlag.

Chromsäure mit Iridiumoxyd. Das chromsaure Iridiumoxyd erhält man eben so wie das vorige Salz durch gegenseitige Zerlegung des alk. chromsauren Kalis durch salzsaures Iridiumoxyd als olivengrünes Pulver.

Salzsaures Palladium zersetzt das alk. chroms. Kali nicht, färbt dasselbe aber dunkler gelb. In Wasser gelöstes Osmiumoxyd hat keine Wirkung auf dieses Salz.

Chromsäure mit Silberoxyd. Das chromsaure Silberoxyd erhält man durch gegenseitige Zerlegung von alk. chromsaurem Kali mit gesättigtem salpetersaurem Silberoxyd kalt als einen purpurrothen, warm als einen rothbraunen Niederschlag. Den schönsten beynahe karminrothen Niederschlag aber erhält man bey Anwendung von saurem chromsaurem Kali. Dieser Niederschlag besteht nach meiner Erfahrung aus lauter kleinen Krystallen, die mit dem Vergrösserungsglase betrachtet rhomboidale Blätter darstellen; wendet man die Salze nicht in sehr verdünntem Zustande an, so ist man im Stande schon mit freyem Auge die glänzenden Krystalle zu bemerken. Dieses Salz ist im Wasser schwer auflöslich, die Auflösung ist gelb und wird sie langsam abge-

raucht, so erhält man glänzende bey auffallendem Lichte stahlgrüne, bey durchfallendem rubinrothe rhomboidale Tafeln. Das Salz, welches salpetersaures Silber mit Ueberschuss von Salpetersäure gibt, löst sich meiner Erfahrung zu Folge in derselben Menge Wassers viel mehr auf, als das aus krystallisirtem salpetersaurem Silber erhaltene. Das Sonnenlicht färbt dieses Salz etwas dunkler und es ist in Salpetersäure auflöslich. Die Chromsäure hat keine Wirkung auf das salpetersaure Silber, sondern es krystallisirt aus der klaren Auflösung ein Salz in rubinrothen Krystallen, welches im Feuer zerlegt wird.

Eine mit etwas Salzsäure vermischte chroms. Kalilösung gibt dem Niederschlag mit salpetersaurem Silber eine schöne Farbschattirung, welche zwischen rosenroth und zinnoberroth fällt.

Chromsäure mit Quecksilberoxydul. Das chromsaure Quecksilberoxydul erhält man im Wege doppelter Wahlverwandtschaft durch Zersetzung des alk. chroms. Kalis mit salpetersaurem Quecksilberoxydul als einen mennigrothen im Wasser gänzlich unauflöslichen Niederschlag. Den schönsten beynahe zinnoberrothen Niederschlag erhält man durch Zerlegung des sauren chroms. Kali's mit salpetersaurem Quecksilberoxydul mit Ueberschuss von Salpetersäure.

Da dieser Niederschlag von den chromsauren Salzen beynahe der einzige ist, der mit Gewissheit

im Wasser unauflöslich ist, indem bey überschüssig zugesetztem Quecksilbersalze nach Absonderung des Niederschlags die überstehende Flüssigkeit schon wasserhell erscheint, so gibt diese Verbindung ein sicheres Mittel an die Hand, das quantitative Verhältniss von Chrom aus irgend einem Fossile zu bestimmen. Man schafft die Chromverbindung zuerst in chromsaures Kali um, neutralisirt mit Salpetersäure, zerlegt diese Auflösung mit salpetersaurem Quecksilberoxydul und glüht den erhaltenen Niederschlag wohl aus. Das Quecksilber wird bey diesem Verfahren reducirt und verflüchtigt, die Chromsäure aber zum Oxydul zurückgeführt.

4 Loth alk. chroms. Kali gaben, auf diese Art behandelt, 9,25 Loth chromsaures Quecksilber, und 500 Gr. dieses letzteren gaben nach vollkommenem Ausglühen 73 Gr. eines schön grünen Oxyduls. Nach Godon enthält das chromsaure Quecksilberoxydul 0,17 Chromsäure und 0,83 Quecksilberoxydul.

C h r o m s ä u r e mit Q u e c k s i l b e r o x y d. Die Quecksilberoxydsalze fällen das alk. chroms. Kali als einen vollkommen orangefarbenen Niederschlag; einen solchen erhält man bey Anwendung von Aetzsublimat.

C h r o m s ä u r e mit K u p f e r o x y d. Das chromsaure Kupferoxyd erhält man durch gegenseitige Zerlegung des alk. chroms. Kali's mit schwefelsaurem, salpetersaurem oder essigsaurem etc. Kupferoxyd

als einen röthlich braunen im Wasser etwas auflöslichen Niederschlag.

Da dieser Niederschlag der erste von den chromsauren Salzen war, dessen Wiederauflöslichkeit mir besonders auffiel, so unternahm ich damit folgende Versuche. Ein Loth alk. chroms. Kali in 6 Theilen Wasser aufgelöst, wurde mit reiner höchst verdünnter schwefelsaurer Kupferauflösung so lange versetzt, bis kein Niederschlag mehr erfolgte, und im Ueberschusse zugesetzt, die rückständige Flüssigkeit aber blieb eben so gelb gefärbt, wie vor der Zerlegung. Nachdem der Niederschlag durch jedesmahliges Abgiessen der Lauge viermahl mit 1½ Mass reinen Wassers ausgelaugt war, erschienen die Absüsswässer noch stark gelb gefärbt. Ich gab nun den Niederschlag auf ein Filter und süsste ihn da noch mit Wasser aus, allein die Lauge war jetzt noch dunkler als vorhin; ich trocknete daher den Niederschlag, welcher dann 90 Gr. wog und untersuchte die Flüssigkeiten folgender Massen: Die Mutterlauge aus welcher das chromsaure Kupfer gefällt worden war, reagirte stark auf Kupfer und Schwefelsäure und gab überdiess mit salpetersaurem Silber einen purpurrothen, mit salpetersaurem Quecksilber einen gelbrothen, mit essigsaurem Bley einen gelben, mit salpetersaurem Baryt einen blassgelben Niederschlag. Gleiche Niederschläge gaben auch die Absüsswässer und das letzte von diesen die stärksten.

Saures chroms. Kali wird durch schwefel- und

salpetersaures Kupfer nicht zerlegt, wohl aber neutrales, welches aus alkalischem und saurem Salze erhalten worden, womit es denselben rothbraunen Niederschlag bildet.

Chromsäure mit Wismuthoxyd. Das chromsaure Wismuthoxyd wird erhalten, wenn alk. chroms. Kali durch doppelte Wahlverwandtschaft mit salpetersaurem Wismuthoxyd zerlegt wird. Es fällt dann als ein lebhaft citronengelber im Wasser etwas lösbarer Niederschlag aus der Auflösung.

Chromsäure mit Zinnoxydul. Das chromsaure Zinnoxydul erhält man im Wege doppelter Wahlverwandtschaft durch Zerlegung von alk. chromsaurem Kali mit salzsaurem Zinnoxydul als einen der Farbe des Lehms nahe kommenden Niederschlag. Wendet man statt alk. chromsaurem Kali saures, oder statt salzsaurem Zinnoxydul Oxydsalz an, so erhält man weisse Niederschläge.

Chromsäure mit Bleyoxyd. Die Chromsäure verbindet sich mit dem Bleyoxyd nach einigen Chemikern in drey Verhältnissen:

1. als basisches Salz, welches durch Zerlegung von alk. chroms. Kali mit salz- oder salpetersaurem Bleyoxyd als rother Niederschlag, und nach Dulong durch Kochen von kohlensaurem Bleyoxyd mit neutralem chroms. Kali erhalten wird;
2. als neutrales Salz, welches durch Anwendung von neutr. chroms. Kali und salpetersaurem Bleyoxyd

mit Ueberschuss von Salpetersäure als pomeranzenfarbener Niederschlag, und

3) als saures Salz, welches durch Zerlegung des sauren chroms. Kali's mit salpetersaurem Bleyoxyd als zitronengelber Niederschlag erhalten wird.

Meiner Erfahrung zu Folge gibt neutrales krystallisirtes salpetersaures Bleyoxyd mit alk. chromsaurem Kali einen blasscitronengelben, mit saurem chroms. Kali einen blasscitronengelben, nach einiger Zeit satter gelb werdenden, mit neutralem chroms. Kali, welches aus alkal. und saurem Salze bereitet worden, auch einen blasscitronengelben Niederschlag, der aber schon nach kurzer Zeit in's orangefarbene zu spielen anfängt.

Wird aber entweder dem salpetersauren Bleyoxyd oder dem chromsauren Kali vor der Zerlegung Salpetersäure im Ueberschusse zugesetzt, so werden die Niederschläge sogleich orangefarben. Kocht man kohlensaures Bleyoxyd mit neutralem oder saurem chroms. Kali, so wird das chromsaure Bleyoxyd roth.

Chromsäure mit Zinkoxyd. Das chromsaure Zinkoxyd erhält man im Wege doppelter Wahlverwandtschaft durch Zerlegung des alk. chromsauren Kali's mit schwefelsaurem Zinkoxyd, oder einem andern lösbaren Zinksalze als einen hoch schwefelgelben im Wasser etwas lösbaren Niederschlag.

Chromsäure mit Nickeloxyd. Das chromsaure Nickeloxyd entsteht nach John, wenn kohlensaures Nickeloxyd in Chromsäure aufgelöst wird, wo-

bey sich nach einigen Stunden aus der concentrirten klaren Auflösung ein pulveriger Niederschlag absetzt, welcher sich in einem Ueberschuss der Säure wieder auflöst. John hält diess für neutrales chroms. Nickeloxyd. Die saure Auflösung krystallisirt nach ihm in farrenkrautartigen Krystallen, welche elyptische auf beyden Seiten zugespitzte und nach beyden Seiten hin regelmässig sich verkleinernde Blätter bilden und in höherer Temperatur zu einer schwarzen Mischung aus Chromoxyd und Nickeloxyd zersetzt werden. Salpetersaures und schwefelsaures Nickeloxyd gibt mit chromsauren Salzen gelbbraune Niederschläge.

Chromsäure mit Kobaltoxyd. Das chromsaure Kobaltoxyd wird nach Tromsdorff (Journ. d. Pharm. B. VIII. St. 1. p. 136) aus alk. chroms. Kali durch salpetersaures Kobaltoxyd als grauer auch bräunlich grauer Niederschlag erhalten.

Chromsäure mit Eisenoxydul. Das chromsaure Eisenoxydul entsteht durch gegenseitige Zerlegung von schwefelsaurem Eisenoxydul mit alk. chromsaurem Kali und fällt dann als ein zwischen haar- und kastanienbraun fallender Niederschlag, der im Wasser zum Theil wieder auflöslich ist, heraus.

Chromsäure mit Eisenoxyd. Das chromsaure Eisenoxyd erhält man eben so wie das vorige Salz durch Behandlung eines Eisenoxydsalzes mit alk. oder saurem chroms. Kali als einen rostbraunen Niederschlag.

Der in der Narur so häufig vorkommende Chromeisenstein ist nach dem Urtheile der meisten Chemiker eine Verbindung von Eisenoxydul und Chromoxydul. (S. natürl. Vorkommen.)

Chromsäure mit Manganoxydul. Das chromsaure Manganoxydul wird nach John erhalten, wenn Chromsäure mit Manganoxydul oder kohlensaurem Manganoxydul unter Entweichung von Kohlensäure kalt behandelt wird. Das metallische Mangan äussert auf diese Säure nur bey Digestion unter Wasserzerlegung und folgliche Oxydulation des Metalls eine schwache Einwirkung. Die concentrirte Auflösung hat immer einen Ueberchuss von Säure, eine dunkel kastanienbraune Farbe und einen scharfmetallischen Geschmack. Sie ist unkrystallisirbar und lässt beym Verdunsten ein schwarzes Pulver fallen, welches wenig Chromsäure enthält, und vielleicht bas. chroms. Manganoxyd ist. Meinen Versuchen zu Folge fällt das salpetersaure Manganoxyd aus der Auflösung des alk. chroms. Kali das chromsaure Manganoxyd als einen schwärzlich braunen Niederschlag. Wird obige Auflösung wieder verdunstet und dann mit Wasser verdünnt, so fällt das Mangan grösstentheils wieder heraus und in der Auflösung bleibt die Chromsäure mit wenig Manganoxyd als saures chromsaures Manganoxyd zurück.

Die Auflösung des chromsauren Manganoxyduls wird durch kohlensaure Alkalien und eisenblausaures Kali im Wege doppelter Wahlverwandtschaft als

ein weisser Niederschlag ausgeschieden. Das salpetersaure Silber bewirkt damit einen scharlachrothen Niederschlag, der aus Chromsäure, Manganoxydul und Silberoxyd zu bestehen scheint, in der Flüssigkeit bleibt salpetersaures Manganoxyd.

Chromsäure mit Ceroxydul. Das chromsaure Cereroxydul erhält man durch Zerlegung des kohlensauren Cereroxyduls mit Chromsäure. Die Auflösung ist gelb gefärbt, schmeckt zusammenziehend, und aus derselben setzt sich das chromsaure Cereroxydul als ein weisslichgelber Niederschlag ab. Die übrige Flüssigkeit liefert beym Abdampfen wenige röthlich durchsichtige Krystalle. (John.)

Chromsäure mit Uranoxyd. Das chromsaure Uranoxyd wird eben so wie das vorige Salz nach John durch Zerlegung von kohlensaurem Uranoxyd mit Chromsäure erhalten. Die Lösung ist gelb, schmeckt zusammenziehend und schiesst zu dendritischen und würfelähnlichen Krystallen von morgenrother Farbe an. Der Hitze ausgesetzt schmilzt es, wird dunkelbraun, ist dann im Wasser fast ganz auflöslich und Kali fällt daraus das gelbe Uranoxyd.

Das salpetersaure Uranoxyd fällt aus der Auflösung des alk. chromsauren Kali's das Uranoxyd mit schön ochergelber Farbe.

Chromsäure mit Säuren.

Die Chromsäure hat eine sehr grosse Neigung sich mit anderen Säuren zu verbinden, und so Dop-

pelsäuren darzustellen, welche von den Chemikern lange für reine Chromsäure gehalten wurden und durch deren Verbindung sie wirklich krystallisirbare Salze darstellet, wie man im Verlaufe meiner Abhandlung über Chromsäure gesehen hat; da diese Verbindungen aber vielleicht das Dunkelste über die Kenntniss der Chromsäure seyn dürften, so sind nur wenige derselben bekannt.

Chromsäure mit Schwefelsäure. Man erhält diese Doppelsäure wenn man zur Zerlegung des chromsauren Baryts mehr Schwefelsäure anwendet, als zur Entstehung des Schwerspaths erforderlich wäre. Die ausgeschiedene Chromsäure verbindet sich diessfalls mit der überschüssigen Schwefelsäure und wird die diese beyden Säuren enthaltende Flüssigkeit dem langsamen Abdampfen unterworfen, so erhält man die verlangte Doppelsäure in kleinen viereckigen Prismen, die an der Luft von sich selbst zerfliessen, daher auch im Wasser leicht löslich sind. Werden diese Krystalle anhaltend erhitzt, oder die Lösung zu lange concentrirt, so gibt die Chromsäure Oxygen ab, erscheint dann als Oxydul und verbindet sich mit der Schwefelsäure zu saurem schwefelsaurem Chromoxydul, welches dann in amethistfarbenen Octaedern herauskrystallisirt. Ich erhielt dieses Salz aus einer schwefelsäurehältigen Chromsäure durch blosses Stehen (s. weiter oben unter Chromsäure). Die erwähnte krystallisirte schwefelsaure Chromsäure besteht nach Gay-Lussac aus einem Atom

Schwefelsäure und einem Atom Chromsäure; um sich von der Zusammensetzung dieser Verbindung zu überzeugen, lasse man die Krystalle in einer Mischung von Salzsäure und Alkohol kochen, theile die Auflösung, welche aus Schwefelsäure, Salzsäure und Chromoxydul besteht, in zwey gleiche Theile, fälle den einen zur Beseitigung der Schwefelsäure mit einem Barytsalz, den andern zur Ausscheidung des Chromoxydulhydrats mit Aetzammoniak.

Man erhält diese Verbindung auch durch unmittelbare Zusammensetzung aus Chromsäure und Schwefelsäure von bestimmter Concentration, es entsteht sogleich ein rother Niederschlag. Der Alkohol löst diese Verbindung leicht auf, ist er aber concentrirt, so ist die Wechselwirkung so heftig, dass sie eine Explosion verursacht, die Chromsäure wird durch die Bestandtheile des Alkohols zum Oxydul zurückgeführt uud die Flüssigkeit erhält einen ätherähnlichen Geruch.

Chromsäure mit Salpetersäure. Diese Verbindung stellt uns die bis jetzt unter dem Nahmen reine Chromsäure bekannte Substanz dar, denn hat man seine Chromsäure aus chromsaurem Baryt, welcher aus durch Glühen von Chromeisen mit Salpeter erhaltenem alkalisch chromsaurem Kali gewonnen ist, durch unvollkommene Zerlegung mit Schwefelsäure bereitet, so dass die Säure nicht mit Schwefelsäure verunreinigt seyn kann, so ist die Chromsäure stets mit Salpetersäure verunreinigt. Denn wird

eine solche Säure bis zur Trockene gebracht und scharf erhitzt, so entweichen salpetersaure Dämpfe in beträchtlicher Menge.

Die salpetersaure Chromsäure krystallisirt nicht, sondern lässt durch wiederhohltes Abdampfen immer eine bedeutende Menge Chromoxyd fallen, und kann durch Erhitzen Salpetersäure verlieren, ob sie aber diese dadurch ganz verliere, und ob die Chromsäure dann rein sey, ist nicht zu bestimmen.

Chromsäure mit Salzsäure. Diese Verbindung erhält man, wenn bey Zerlegung von chromsaurem Silber oder Bley zur Ausscheidung der Chromsäure überschüssige Salzsäure angewandt wird, oder auch durch unmittelbare Zusammensetzung aus Chromsäure und Salzsäure.

Diese Verbindung ist unkrystallisirbar, bey gehöriger Concentration entwickelt sich daraus Chlorine, und die Mischung hat wirklich die mit dem Königswasser gemeine Eigenschaft Gold aufzulösen. Raucht man sie bis zur Trockene ab, so erhält man eine aufgeblähte Masse von blassrosenrother Farbe (Chromchlorid).

Chromsäure mit Alkohol. Die Chromsäure ist im Stande mit dem Alkohol wirklich einen Aether darzustellen, denn übergiesst man trockene Chromsäure mit absolutem Alkohol, so löst sich diese auf, die Mischung erhitzt sich von selbst, verbreitet dabey einen dem Salpeter-Aether ähnlichen Geruch; erwärmt kocht die Mischung sehr schnell, verbreitet

dann einen noch stärkeren Aethergeruch und die Säure wird theilweise zerlegt.

Zur Bereitung des Chromäthers verfährt man am Besten, wenn man reines chromsaures Bleyoxyd in einer Tubulatretorte mit einer Mischung von 1½ Th. concentrirter Schwefelsäure und 2 Th. Alkohol so zerlegt, dass ein Theil des chromsauren Bleyoxyds noch unzerlegt bleibt, folglich keine überschüssige Schwefelsäure vorhanden sey, und diess einer gelinden Destillation unterwirft. Man erhält dann in der Vorlage den Chromäther von einem eigenen dem Salpeteräther ähnlichen Geruch und in der Retorte bleibt das schwefelsaure Bleyoxyd nebst unzerlegtem chromsaurem Bleyoxyd und etwas Chromoxyd zurück.

Chrom mit Schwefel.

Schwefelchrom erhält man nach Rose, wenn Dämpfe von Schwefelkohlenstoff über Chromoxydul, welches früher in einer Porzellanröhre weiss glüht, geleitet werden; man erhält es auch nach Lassaigne, wenn Chromsäure und viel Salzsäure zusammen gekocht, bis zur Trockene gebracht, und dann mit dem fünffachen Gewichte Schwefelblumen in einer Glasröhre allmählich bis zum Weissglühen erhitzt werden. Es entweicht dabey hydrothionsaures und salzsaures Gas, es sublimirt sich der überschüssige Schwefel mit etwas rosenrothem Chromchlorid und im untersten Theil der Röhre bleibt eine leichte schwärzlich graue Masse, die sich durch den schwächsten

Stoss zu feinem Pulver drücken lässt und das verlangte Schwefelchrom ist; man kann dieselbe Verbindung auch erhalten, wenn man gleich salzsaures Chromoxydul und Schwefel zusammen erhitzt.

Das Schwefelchrom ist schwärzlichgrau, fettig anzufühlen, lässt sich durch Reiben zum Zusammenbacken bringen, und hinterlässt dabey schwarze wie Graphit glänzende Spuren. Das vom salzsauren Chromoxydul erhaltene, hat eine losere Textur und wird durch Reiben leichter metallglänzend. In offener Luft erhitzt, lässt es sich leicht rösten, geht aber die Erhitzung bis zum Kirschrothglühen im Platintiegel, so verbrennt es wie Pyrophor, verbreitet schwefligsauren Geruch und hinterlässt dunkles Chromoxydul.

Es wird von der Salpetersäure noch leichter vom Königswasser aufgelöst, ist aber die Zerlegung nicht vollkommen gewesen, so dass sich in der Masse noch unreducirtes Chromoxydul befindet, so bleibt dieses unaufgelöst zurück. Es wird weder von reinem noch von hydrothionsaurem Kali aufgelöst. Schwefelchrom kann auf nassem Wege nicht bereitet werden, sondern das hydrothionsaure Kali schlägt das Chromoxydulhydrat unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas nieder, es enthält nach Berzel. 46 p. Ct. Schwefel.

Chrom mit Stahl.

Chromstahl erhält man nach Berthier (Ann. de Chim. et Phys. T. XVII p. 63) durch Mischen von 10

Theilen gepülvertem natürlichem Chromeisenstein mit 6 Th. Hammerschlag und Reduciren in einem mit Kohlengestübe gefütterten Tiegel mit einem Zusatze von 10 Th. metallfreyem Glas, oder 6 Th. Boraxglas. Man erhält dann einen geschmolzenen Regulus, der ein Gewicht von 7 bis 8 Theilen hat. Er ist hart, spröde, im Bruche krystallinisch, weisser als Eisen, schwerer schmelzbar als Gusseisen, weniger magnetisch und in Säuren schwerer lösbar als Eisen.

Je mehr Chrom als er enthält, desto härter ist er und desto schwerer wird er von Säuren angegriffen.

Aus gleichen Theilen Eisenoxyd und Chromoxyd erhielt Berthier einen Regulus, der weisser war als Platin, und nicht einmahl vom Königswasser aufgelöst wurde, sondern mit Salpeter geschmolzen werden musste, um zerlegt zu werden.

Von dem erhaltenen Chromeisen schmilzt man dann unter Gussstahl eine solche Quantität, dass diesem 1 — 1,5 Proc. metallisches Chrom entsprechen. Der geschmolzene Stahl ist nun schmiediger und zugleich härter als der chromfreye, auch hat er mit dem Wootz die Eigenschaft gemein, dass er durch Behandlung mit Schwefelsäure eine sehr schöne Damascirung von silberweissen und wechselweise dunklern Rändern hervorbringt.

Anwendung des Chrom's.

Da das Chrommetall vielleicht das einzige ist, welches mit den verschiedenen Metallsalzen so viele und schön gefärbte Niederschläge bildet, so hat man dasselbe bis jetzt bloss zum Färben sehr verschiedener Gegenstände benützt, aber darin eine reichliche Quelle zur Erreichung dieses Zweckes gefunden; es eignet sich daher am vorzüglichsten:

Zur Email- und Porzellan-Mahlerey; und in dieser Kunst findet hauptsächlich das Chromoxydul eine jetzt beynahe unentbehrliche Anwendung für Grün. Das reine Chromoxydul gibt auf diese Art eine zwischen grasgrün und seladongrün fallende Farbe, wird es in Verbindung mit Kobalt gebracht, so erhält es eine vortreffliche Nuançe in's Blau, welche noch schöner als reines Spanngrün ausfällt. Durch Beymischung von Zink erhält das Chromoxydul einen mehr in's Gelb fallenden Farbcharakter.

Grüne Email von Chromoxydul über Blätter von Silber oder Kupfer gebracht, gibt einen fein pollirten dem Golde ähnlichen Ueberzug; wahrscheinlich würden sich durch Beymischung anderer Metalle neue und schöne Farbschattirungen bezwecken lassen. Auch das chromsaure Bley ist in der Porzellanmahlerey eine beliebte gelbe Farbe.

Nicht minder in der Oehlmahlerey sind die Chromfarben beliebt, so z. B. chromsaures Bley, chromsaurer Baryt für blassgelb, Oxydül, sogar chromsaures Quecksilber als ein lebhaftes orangefarb. Das

Braun des chroms. Kupfers ist nicht zu empfehlen, da dieses in der Folge beynahe schwarz wird.

Das lebhafte Gelb des chroms. Bleyes wird am häufigsten zum Lackiren der Wägen angewendet.

In der Seiden- und Zeug-Färberey wird das alk. chromsaure Kali angewendet, es gibt ein treffliches Gelb, welches alles Waschen nur das der heissen Lauge nicht verträgt.

Man hat auch versucht die zu färbenden Stoffe mit essigsaurem Bleyoxyd (Bleyzucker) zu beitzen, und dann durch eine Lösung von alk. chroms. Kali zu ziehen, auch auf diese Art verschiedene Zeichnungen aufzubeitzen, allein durch Soda und Salzsäure werden diese Farben zerstört.

Wer die Verbindungen der Chromsäure hauptsächlich mit den Metalloxyden aufmerksam durchlesen hat, wird leicht einsehen, ein wie vielseitiges Reagens uns das alk. chroms. Kali darbiethet, so dass man mittelst genauer Unterscheidung der Farbe auf die meisten Metalle reagiren kann. Ich will daher in Kürze die vorzüglichsten Reactionen dieses Salzes zusammenstellen.

Die Auflösung des alkalisch chromsauren Kali's bewirkt mit nachstehenden Salzen folgende Niederschläge.

Nahmen der Salze.	Farbe der Niederschläge.
Mit Barytsalzen . .	Strohgelb.
„ Strontiansalzen .	Schwefelgelb.
„ Antimonoxydsalzen	Perlfarben.
„ Platinoxydsalzen	schmutzig Strohgelb.
„ Silberoxydsalzen	Purpurroth.
„ Quecksilberoxydulsalzen	Orangefarben.
„ Quecksilberoxydsalzen	Mennigroth.
„ Kupferoxydsalzen	Röthlichbraun.
„ Wismuthoxydsalzen	hoch Citronengelb.
„ Zinnoxydulsalzen	Gelbbraun.
„ Zinnoxydsalzen	Weiss.
„ Bleyoxydsalzen	Citronengelb.
„ Zinkoxydsalzen	hoch Schwefelgelb.
„ Eisenoxydulsalzen	Haarbraun.
„ Eisenoxydsalzen	Rostbraun.
„ Uranoxydsalzen	Ochergelb.

Alphabetische Tafel

des

Atomen-Gewichts der meisten Chrom-Verbindungen und deren Zusammensetzung nach Hunderttheilen, nach Prof. Berzelius's letzter Angabe.

Nahmen	Formeln	Gewicht eines Atoms	+ E	— E	Wasser
Acetas chromosus	$\overset{\cdots}{Ch}\ \overline{A}^{2}$ $\frac{2}{3}$	2927,00 1951,33	34,29	65,71	
Acid. chromicum	$Ch\ O^{5} = \overset{\cdots}{Ch}$	1303,64	53,98	46,02	
	$\overset{:::}{Ch}^{2}$	2607,28			
	$\overset{:::}{Ch}^{3}$	3910,92			
Arsenias chromosus	$\overset{\cdots}{Ch}^{2}\ \overset{:.:}{As}^{3}$ $\frac{1}{3}$	6329,58 2109,86	31,71	68,29	
Arseniis chromosus	$\overset{\cdots}{Ch}\ \overset{\cdots}{As}^{3}$ $\frac{2}{3}$	4725,95 3150,63	21,24	78,76	
Benzoas chromosus	$\overset{\cdots}{Ch}\ \overline{B}^{2}$ $\frac{2}{3}$	5532,29 3688,19	18,14	81,86	
Boras chromosus	$\overset{\cdots}{Ch}\ \overset{\cdot\cdot}{B}^{3}$ $\frac{2}{3}$	1812,60 1208,40	55,37	44,63	
Carbonas chromosus	$\overset{\cdots}{Ch}\ \overset{\cdot\cdot}{C}^{3}$ $\frac{2}{3}$	1829,63 1215,79	54,85	45,15	
Chromas aluminicus	$\overset{\cdots}{Al}^{2}\ \overset{:::}{Ch}^{3}$ $\frac{1}{3}$	5195,55 1731,85	24,73	75,27	

Nahmen	Formeln	Gewicht eines Atoms	+ E	— E	Wasser
Chromas ammonicus	$2\dot{N}H^6 + \overset{:::}{Ch}$	1732,78	24,77	75,23	
- argenticus	$\ddot{Ag}\ \overset{:::}{Ch}$	4206,85	69,01	30,99	
- auricus	$\dddot{Au}^2\ \overset{:::}{Ch}^3$ $\frac{1}{3}$	9482,91 3160,97	58,76	41,24	
- aurosus	$\dot{Au}^2\ \overset{:::}{Ch}$	6475,64	79,87	20,13	
- baryticus	$\dddot{Ba}\ \overset{:::}{Ch}$	3217,50	59,48	40,52	
- beryllicus	$\ddot{Be}^2\ \overset{:::}{Ch}^3$ $\frac{1}{3}$	5836,03 1945,34	32,99	67,01	
- bismuticus	$\ddot{Bi}\ \overset{:::}{Ch}$	3277,44	60,22	39,78	
- cadmicus	$\ddot{Cd}\ \overset{:::}{Ch}$	2897,18	55,00	45,00	
- calcicus	$\ddot{Ca}\ \overset{:::}{Ch}$	2015,70	35,33	64,67	
- cericus	$\dddot{Ce}^2\ \overset{:::}{Ch}^3$ $\frac{1}{3}$	6809,79 2269,93	42,57	57,43	
- cerosus	$\ddot{Ce}\ \overset{:::}{Ch}$	2653,08	50,86	49,14	
- cobalticus	$\ddot{Co}\ \overset{:::}{Ch}$	2241,64	41,84	58,16	
- cupricus	$\ddot{Cu}\ \overset{:::}{Ch}$	2195,03	40,61	59,39	
- cuprosus	$\dot{Cu}^2\ \overset{:::}{Ch}$	3086,42	57,76	42,24	
- ferricus	$\dddot{Fe}^2\ \overset{:::}{Ch}^3$ $\frac{1}{3}$	5867,77 1955,92	33,35	66,65	
- hydrargyricus	$\ddot{Hg}\ \overset{:::}{Ch}$	4035,24	67,69	32,31	

Nahmen	Formeln	Gewicht eines Atoms	+ E	— E	Wasser
Chromas hydrargyrosus	$\dot{Hg}^2\ \overset{:::}{Ch}$	6566,84	80,15	19,85	
- hydricus	$\overset{:::}{Ch} + 2\,Aq.$	1528,51		85,29	14,71
- kalicus	$\ddot{K}\ \overset{:::}{Ch}$	2483,47	47,51	52,49	
- lithicus	$\ddot{L}\ \overset{:::}{Ch}$	1759,27	25,90	74,10	
- magnesicus	$\ddot{Mg}\ \overset{:::}{Ch}$	1820,56	28,39	71,61	
- manganicus	$\overset{...}{Mn}^2\ \overset{:::}{Ch}^3$ $\frac{1}{3}$	5934,05 1978,01	34,09	65,91	
- manganosus	$\ddot{Mn}\ \overset{:::}{Ch}$	2215,21	41,15	58,85	
- natricus	$\ddot{Na}\ \overset{:::}{Ch}$	2085,48	37,49	62,51	
- niccolicus	$\ddot{Ni}\ \overset{:::}{Ch}$	2243,15	41,88	58,12	
- palladicus	$\ddot{Pa}\ \overset{:::}{Ch}$	2911,14	55,22	44,78	
- platinicus	$\ddot{Pt}\ \overset{:::}{Ch}$	2718,87	52,05	47,95	
- platinosus	$\dot{Pt}^2\ \overset{:::}{Ch}$	3934,10	67,17	32,83	
- plumbicus	$\ddot{Pb}\ \overset{:::}{Ch}$	4092,64	68,15	21,85	
- rhodicus	$\overset{...}{R}^2\ \overset{:::}{Ch}^3$ $\frac{1}{3}$	7511,11 2503,70	47,93	52,07	
- rhodosus	$\dot{R}^2\ \overset{:::}{Ch}$	4503,84	71,05	28,95	
- stannicus	$\overset{::}{Sn}\ \overset{:::}{Ch}^2$	4477,86	41,77	58,23	
- stannosus	$\ddot{Sn}\ \overset{:::}{Ch}$	2974,22	56,17	43,83	

Nahmen	Formeln	Gewicht eines Atoms	+ E	— E	Wasser
Chromas stibicus	$\overset{\cdots}{Sb}^2\ \overset{:::}{Ch}^3$ $\frac{1}{3}$	7736,71 2578,90	49,45	50,55	
- stronticus	$\overset{\cdot\cdot}{Sr}\ \overset{:::}{Ch}$	2598,24	49,83	50,17	
- telluricus	$\overset{\cdot\cdot}{Te}\ \overset{:::}{Ch}$	2310,09	43,57	56,43	
- uranicus	$\overset{\cdots}{U}^2\ \overset{:::}{Ch}^3$ $\frac{1}{3}$	10804,63 3601,54	63,80	36,20	
- uranosus	$\overset{\cdot\cdot}{U}\ \overset{:::}{Ch}$	4650,50	71,97	28,03	
- yttricus	$\overset{\cdot\cdot}{Y}\ \overset{:::}{Ch}$	2308,78	43,54	56,46	
- zincicus	$\overset{\cdot\cdot}{Zn}\ \overset{:::}{Ch}$	2310,09	43,57	56,43	
Chromium	Ch	703,64			
Citras chromosus	$\overset{\cdots}{Ch}\ \overline{C}^3$ $\frac{2}{3}$	3187,19 2124,79	31,49	68,51	
Fluas chromosus	$\overset{\cdots}{Ch}^2\ \overset{\cdot\cdot}{F}^2$ $\frac{1}{3}$	2832,37 944,12	70,87	29,13	
Formias chromosus	$\overset{\cdots}{Ch}\ \overline{F}^3$ $\frac{2}{3}$	2395,43 1596,95	41,90	58,10	
Gallas chromosus	$\overset{\cdots}{Ch}\ \overline{G}^3$ $\frac{2}{3}$	3378,98 2252,65	29,70	70,30	
Hydras chromosus	$\overset{\cdots}{Ch} + 3\,Aq.$ $\frac{2}{3}$	1340,95 893,96	74,84		25,16
Iodas chromosus	$\overset{\cdots}{Ch}\ \overset{\cdot\cdot}{I}^3$ $\frac{2}{3}$	5403,74 3602,49	18,57	81,43	
Molybdas chromosus	$\overset{\cdots}{Ch}\ \overset{\cdots}{Mo}^3$ $\frac{2}{3}$	3694,04 2462,69	27,17	72,83	

Nahmen	Formeln	Gewicht eines Atoms	+ E	= E	Wasser
Mucas chromosus	$\dddot{Ch}\ \overline{Mu}^3$ $\frac{2}{3}$	4958,60 3305,73	20,24	79,76	
Murias chromosus	$\dddot{Ch}\ \ddot{M}^3$ $\frac{2}{3}$	2031,59 1354,39	49,40	50,60	
Nitras chromosus	$\dddot{Ch}\ \overset{:::}{N}^3$ $\frac{2}{3}$	3035,42 2023,61	33,06	66,94	
Nitris chromosus	$\dddot{Ch}\ \overset{::}{N}^3$ $\frac{2}{3}$	2435,42 1623,61	41,21	58,79	
Oxalas chromosus	$\dddot{Ch}\ \overline{O}^3$ $\frac{2}{3}$	2358,97 1572,65	42,55	57,45	
Oxydum chromicum	$\overset{::}{Ch}$	1103,64	63,76	36,24	
– chromosum	$\dddot{Ch}$ $\frac{1}{3}$ 2 3	1003,64 669,09 2007,28 3010,92	70,11	29,89	
Oxyjodas chromosus	$\dddot{Ch}\ \overset{::::}{J}^3$ $\frac{2}{3}$	7203,74 4802,49	13,93	86,07	
Oxymurias chromosus	$\dddot{Ch}\ \overset{::::}{M}^3$ $\frac{2}{3}$	3831,59 2554,39	26,19	73,81	
Phosphas chromosus	$\dddot{Ch}^2\ \overset{:\cdot:}{P}^3$ $\frac{1}{3}$	4684,18 1561,39	42,85	57,15	
Phosphis chromosus	$\dddot{Ch}^2\ \dddot{P}^3$ $\frac{1}{3}$	4084,18 1361,39	49,15	50,85	
Prussias chromosus	$\dddot{Ch}\ \overline{P}^3$ $\frac{2}{3}$	2022,32 1348,21	49,63	50,37	

Nahmen	Formeln	Gewicht eines Atoms	+ E	— E	Wasser
Silicias chromosus	$\dddot{Ch}\ \dddot{Si}$ $\frac{2}{3}$	1600,06 1066,70	62,73	37,27	
Succinas chromosus	$\dddot{Ch}\ \overline{S}^3$ $\frac{2}{3}$	2887,19 1924,79	34,76	65,24	
Sulfas chromosus	$\dddot{Ch}\ \dddot{S}^3$ $\frac{2}{3}$	2507,12 1671,41	40,03	59,97	
Sulfis chromosus	$\dddot{Ch}\ \ddot{S}^3$ 2	2207,12 1471,41	82,76	17,24	
Tartras chromosus	$\dddot{Ch}\ \dddot{T}^3$ $\frac{2}{3}$	3507,11 2338,07	28,62	71,38	



